

# Physikalische Berichte

Fortsetzung der „Fortschritte der Physik“ und des „Halbmonatlichen Literaturverzeichnisses“ sowie der „Beiblätter zu den Annalen der Physik“

gemeinsam herausgegeben von der

Deutschen Physikalischen Gesellschaft

und der

Deutschen Gesellschaft für technische Physik

unter der Redaktion von Karl Scheel

Jahrgang

1. Oktober 1920

Nr. 19

## 1. Allgemeines.

George E. Hale. Annual report of the Mount Wilson Observatory. S.-A. Carnegie Inst. Washington Nr. 18, 217—264, 1919. SCHEEL.

von Rohr. Optische Bemerkungen zur Regensburger Brillenmacher-  
rechnung um 1600. ZS. f. ophthalmol. Opt. 8, 76—85, 97—103, 1920. SCHEEL.

Righi †. Elektrot. ZS. 41, 598, 1920. SCHEEL.

of. J. R. Rydberg. Nature 105, 525, 1920. SCHEEL.

A. Willers. Graphische Integration. Mit 53 Figuren, 142 S. Berlin und  
Leipzig, Ver. wiss. Verleger, Walter de Gruyther & Co., 1920 (Sammlung Götschen  
Nr. 801). Inhalt: Quadratur: Integration von Differentialgleichungen 1. Ordnung;  
Integration von simultanen Differentialgleichungen und von Differentialgleichungen  
höherer Ordnung; Integration partieller Differentialgleichungen. SCHEEL.

A. Houstoun. An Experiment on the Spectrum. Nature 105, 421—422,  
1920. Vorlesungsversuch zum Nachweis des ultraroten und ultravioletten Teiles des  
Spektrums mittels eines Thermometers mit geschwärzter Kugel bzw. eines photo-  
graphischen Expositionsmessers mit direkt sich schwärzendem Papier. P. P. KOCH.

Wilhelm Ostwald. Die Farbnormen. 10 S. Leipzig, Verlag Unesma G. m. b. H.,  
1920. Jahreszahl. [S. 1219.] KOHLRAUSCH.

## 2. Allgemeine Grundlagen der Physik.

Einstein. Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie  
in leicht verständlicher Sprache. 10. Aufl., 36.—45. Tausend. Mit einem Bildnis des Verfassers  
von Herm. Struck. IV u. 91 S. Braunschweig, Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn,  
1920. (Sammlung Vieweg, Heft 38.) Der bisherigen Darstellung ist ein Schlußkapitel  
angehängt: Über die Bestätigung der allgemeinen Relativitätstheorie durch die Er-  
fahrung: 1. Die Perihelbewegung des Merkur; 2. Die Lichtablenkung durch das  
Schwerkraftfeld; 3. Die Rotverschiebung der Spektrallinien. SCHEEL.

**B. Rulf.** Die Relativitätstheorie von Einstein und die Grundlagen der Mechanik. ZS. d. Ver. d. Ing. **64**, 593—598, 623—625, 1920. SCHEEL

**Werner Bloch.** Einführung in die Relativitätstheorie. 2. Aufl. mit 18 Fig. Leipzig u. Berlin, Verlag von B. G. Teubner, 1920. (Samml.: Aus Natur u. Geistesw. 618. Bändchen.) SCHEEL

**Th. De Donder et H. Vanderlinden.** Les nouvelles équations fondamentales de la gravifique. C. R. **170**, 1107—1109, 1920. Die Relativitätstheorie führt beim Schwerfeld zu einer Schwierigkeit, welche die Verf. durch eine Veränderung in der Theorie und Ableitung von neuen Differentialgleichungen beheben. LÜBECK

**G. Green.** A Fluid Analogue for the Aether. Phil. Mag. (6) **39**, 651—659, 1920 [S. 1207.] ERFLE

**Alois F. Kovarik.** Some Experiments Bearing on the Nature of  $\gamma$ -Rays. Abstract of a paper presented at the Washington meeting of the American Physical Society, April 25 and 26, 1919. Phys. Rev. **14**, 179—180, 1919. [S. 1214.] HERTZ

### 3. Mechanik.

**A. E. H. Love.** A Treatise on the Mathematical Theory of Elasticity. 3. ed. XVIII u. 624 S. Cambridge, At the University Press, 1920. SCHEEL

**J. Horn.** Über kleine endliche erzwungene Schwingungen. Arch. d. Math. u. Phys. **28**, 131—137, 1920. Im Zusammenhang mit früheren Arbeiten über kleine endliche Schwingungen (ZS. f. Math. u. Phys. **48**; Journ. f. Math. **126**) leitet der Verf. eine bloß formale Reihenentwicklung der allgemeinen Lösung der nichtlinearen Differentialgleichung der erzwungenen Schwingungen

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + x = a_2 x^2 + a_3 x^3 + \dots + \sum_{i=1}^n k_i \cos(\lambda_i t + l_i)$$

ab, ohne auf die Untersuchung ihrer Bedeutung einzugehen. LÜBECK

**A. A. Michelson.** The laws of elastico-viscous flow. II. Proc. Nat. Acad. **6**, 122—127, 1920. Nach der Ableitung des Verf. ist der Ausdruck für die durch eine Kraft hervorgebrachte Verschiebung die Summe von mehreren Gliedern. Bei ihrer Aufstellung ist berücksichtigt, daß der zähe Widerstand teilweise von der Geschwindigkeit des ganzen Körpers, hauptsächlich aber von der relativen Bewegung der Körperteile gegeneinander abhängt. Für eine beträchtliche Anzahl von Materialien werden die Werte der Konstanten, welche in dem Ausdruck für die Verschiebung enthalten sind, bestimmt. LÜBECK

Aluminium and its alloys. Applied to aircraft construction. Aeronautics **18**, 470, 1920. Bericht über einen Vortrag von W. Rosenhain über Aluminium und seine Legierungen für den Flugzeugbau, wie überhaupt für den Leichtbau. Über den Einfluß der Zusätze auf die Zugfestigkeit bei verschiedenen Temperaturen werden Einzelheiten mitgeteilt. Nach Versuchen des National Physical Laboratory ergab sich z. B. mit 0,04 Kupfergehalt eine Mikrostruktur: Kristalle einer Aluminiumverbindung in einer gesättigten festen Lösung von Kupfer in Aluminium.



Bemerkenswert war die Zunahme der Zugfestigkeit bei Erwärmung auf  $250^{\circ}$ , eine Eigenschaft, die neben der guten Leitfähigkeit für Motorkolben wichtig ist. Bei Motorzylindern aus Aluminium machen die stählernen Laufflächen wegen der verschiedenen Wärmedehnung Schwierigkeiten.

EVERLING.

**H. Thorade.** Die Bewegungsvorgänge in fortschreitenden Flutwellen. Ann. d. Hydrographie 48, 273, 1920. 1. Art der Wasserwellen. 2. Lagrangesche Wellen. 3. Ausartung Lagrangescher Wellen in seichten Gewässern. 4. Veränderung Lagrangescher Wellen bei enger werdendem Kanalausschnitt. Wirkung der Reibung.

DEUTSCHMANN.

**G. Green.** A Fluid Analogue for the Aether. Phil. Mag. (6) 39, 651—659, 1920. [S. 1207.]

ERFLE.

**Franz Linke.** Über die Luftdichte. Beitr. z. Phys. d. freien Atm. 8, 73—85, 194—199, 1919. „Bekanntes und Neues im Zusammenhang“. 1. Gasgleichung zwischen Dichte, Druck und Temperatur. 2. Bei der Bestimmung der Luftdichte genügt eine Genauigkeit von drei Stellen hinter dem Komma. Am Boden ist das Doppelte zu erreichen, in größeren Höhen diese Genauigkeit. Den Einfluß der Feuchtigkeit berücksichtigt man durch die „virtuelle“ Temperatur. Eine kleine Tafel zur Umrechnung der gemessenen Temperatur wird mitgeteilt. 3. Die mittlere Dichte einer Luftsäule folgt aus der Druckmessung oben und unten, ohne Kenntnis von Temperatur und Feuchtigkeit. 4. Bei bekanntem Temperaturgefälle kann man aus Temperatur und Dichte in einer Höhe die Luftdichte in einer anderen Höhe ohne Kenntnis von Druck und Temperatur extrapolieren (Zahlentafel). Für  $34,2^{\circ}/\text{km}$  Abfall erreicht Isopyknie. Bei Isothermie versagt die Extrapolationsformel, dann verwendet man besser eine Näherungsgleichung. Für  $9,8^{\circ}/\text{km}$  besteht adiabatisches Gleichgewicht. 5. Die Abnahme der Dichte mit zunehmender Höhe bedingt die Stabilität der Luftschichtung. Meist spricht man nur von der thermodynamischen Stabilitätsgrenze,  $0,0^{\circ}/\text{km}$ . Hier wird auf Grund einer Berechnung des Dichtegefälles (Zahlentafel) gezeigt, daß z. B. für den Freiballon das tatsächliche Dichtegefälle die Stabilität bestimmt. 6. Plötzliche Temperaturänderung ist wegen der Stabilität nur als Zunahme möglich; sie gäbe einen Dichtesprung. Die Mittelwerte der Dichte in verschiedenen Höhen wurden in der Statistik von A. Wagner (1910) berechnet. Hier sind die Werte in 1, 2, 3 usw. bis 16 km Höhe auf Grund von 22 Registrieraufstiegen (1908 bis 1911) in Vierteljahrswerten wiedergegeben. Dabei bestätigt sich, daß die Dichte in rund 8 km Höhe während des Jahres nahezu konstant bleibt. 7. Aus einer theoretischen Untersuchung der Luftdichteänderung abhängig von der Temperatur bei gleichmäßigem Gefälle ergibt sich gleichfalls  $8,5 \text{ km}$ . 8. Die mittleren Dichten in den vier Quadranten der Hoch- und Tiefdruckgebiete ergeben sich aus Wagners Temperaturstatistik. Auch hier ist die Dichte in  $8,5 \text{ km}$  Höhe konstant. Man kann sie also in größeren Höhen hinreichend genau extrapolieren (auf Logarithmenpapier). Prognostische Bedeutung der „Isopyknen“. 9. Die Schwankungen der Dichte um das Jahresmittel sind in rund 7 km Höhe am geringsten (Zahlentafel). Darüber kehren die Abweichungen in ihr Gegenteil um. 10. Aus der Konstanz der Dichte in  $8,5 \text{ km}$  Höhe folgt ein Zusammenhang zwischen Luftdruck und Temperatur. 11. Der tägliche Gang der Luftdichte nimmt mit zunehmender Höhe rasch ab. In größeren Schichten bleibt die Schwankung unter  $0,01$ . 12. Mittelwerte der Luftdichte in anderen Gegenden wurden aus Temperaturangaben berechnet. Eine Zahlentafel zeigt die bemerkenswerten Unterschiede zwischen Nord- und Südhalbkugel, zwischen Januar und Juli. Bei der Mittelbildung wurden die Mittelwerte zonenweise gebildet und mit dem

„Gewicht“ der Fläche, zwischen den betreffenden Breitengraden eingesetzt. 13. Die Jahresmittelwerte der Dichte für 4, 8, 12, 16 km für die verschiedenen Breitengrade werden nach Veröffentlichungen von Süring (und mit der Annahme einer Isothermie von  $-50^{\circ}$  in 8 km Höhe über dem Pol) unter Vorbehalt wiedergegeben. In 8 km Höhe herrscht fast auf der ganzen Erde Isopyknie. 14. Die Ableitung zu Nr. 8 wird dahin berichtigt, daß die Höhe konstanter Luftdichte genau gleich der homogenen Atmosphäre ist (Zahlentafel der Höhen konstanter Dichte für die verschiedenen Breitengrade). 15. Für die Abhängigkeit der Luftdichte von der Höhe wird eine Faustformel empfohlen, die von dem Werte in 8 km ausgeht, ein lineares und ein quadratisches Glied enthält; die Beiwerte werden für verschiedene Breitengrade und über Mitteleuropa auch für die Jahreszeiten mitgeteilt. EVERLING.

**Harold Jeffereys.** On the Relation between Wind and Distribution of Pressure. Proc. Roy. Soc. London (A) 96, 233—249, 1919. SCHEEL.

**Walter Mason und Richard Vernon Wheeler.** Die Ausbreitung von Flammen in Gemischen von Methan und Luft. I. Horizontale Ausbreitung. Journ. Chem. Soc. London 117, 36—47, 1920. Das Anfangsstadium der Ausbreitung der Flammen ist die sogenannte, bereits früher untersuchte gleichförmige Bewegung. Dann folgt, wenn man das Gasgemisch an dem offenen Ende eines Rohres entzündet, dessen anderes Ende geschlossen ist, ein vibratorischer Vorgang, dessen Amplitude in dauernder Zunahme während des Prozesses ist. Es ist die Folge der Resonanz der Gassäule, und seine Periode ist die gleiche wie die des Rohres, wenn dieses mit einem einheitlichen Gase als Orgelpfeife fungieren würde. In diesem Falle folgt zwar auf den Vibrationsvorgang ein solcher, der der Detonationswelle entspricht; aber dieser kommt wenigstens in den an einem Ende geschlossenen Röhren leicht zum Erlöschen. Dagegen kann er sich, wie besondere Versuche zeigen, in beiderseits offenen Röhren, die an einem Ende entzündet werden, besser halten, und solche Röhren, mit dem Gasgemisch gefüllt, sind daher weit gefährlicher in bezug auf Explosionsgefahr. Die Untersuchung geschah mittels eines sogenannten Schirmdrahtes und wurde durch photographische Aufnahmen ergänzt, von denen verschiedene in der Arbeit reproduziert sind. \*BYK.

**Hans Schmidt.** Über die Beziehung der Steigzeit und der Steighöhe zur Konzentration beim kapillaren Aufstieg im Filtrierpapier. Kolloid-ZS. 26, 152—159, 1920. Die Steiggeschwindigkeitskonstante  $h$  des kapillaren Aufstiegs ist der Viskosität der Flüssigkeit umgekehrt proportional. Es ist möglich, die Konzentration der Flüssigkeit aus dem Vergleich der Steigzeit derselben mit reinem Wasser annähernd zu berechnen. \*LIESEGANG.

**Jacques Loeb.** Der Einfluß von Elektrolyten auf die Elektrisierung und die Diffusionsgeschwindigkeit des Wassers durch Kollodiummembrane. Journ. Gen. Physiol. 1, 717—754, 1919. Wenn reines Wasser durch eine Kollodiummembran von einer Elektrolytlösung getrennt ist, so wird die Diffusionsgeschwindigkeit des Wassers nicht allein durch die Gasdruckkräfte, sondern auch durch elektrische Kräfte beeinflusst. Das Wasser wird von dem gelösten Stoff angezogen, als ob die Wassermoleküle elektrisch geladen wären, wobei das Vorzeichen der Ladung und die Stärke der Anziehung sich aus den folgenden beiden Regeln ergibt. a) Lösungen von Neutralsalzen mit ein- oder zweiwertigen Kationen beeinflussen die Diffusionsgeschwindigkeit so, als ob die Wasserpartikelchen positiv geladen, durch das Anion des Elektrolyten angezogen, durch sein Kation aber abgestoßen würden. Die anziehende und abstoßende Kraft nimmt mit der Anzahl der Ladungen des Ions zu und



vermindert sich umgekehrt einer Größe, die als Radius des Ions bezeichnet wird. Dieselbe Regel gilt auch für Lösungen von Alkalien. b) Lösungen von neutralen oder sauren Salzen mit einem drei- oder vierwertigen Kation beeinflussen die Diffusionsgeschwindigkeit des Wassers so, als ob die Wasserpartikelchen negativ geladen wären, durch das Kation angezogen und durch das Anion des Elektrolyten abgestoßen würden. Säurelösungen gehorchen demselben Gesetze. Der große elektrostatische Effekt des H-Ions ist wahrscheinlich durch seinen kleinen Ionenradius verursacht. Die Anzahl von Molekülen des gelösten Stoffes, die in der Zeiteinheit durch die Flächeneinheit der Kollodiummembran diffundiert, ist ungefähr proportional der Konzentration des Elektrolyten und dieselbe für gleiche Konzentrationen von  $\text{LiCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$  und  $\text{CaCl}_2$ . Demnach entspricht die Diffusionsgeschwindigkeit den Forderungen der kinetischen Theorie.

\*J. MEYER.

**Jacques Loeb.** Elektrisierung des Wassers und osmotischer Druck. Journ. Gen. Physiol. 2, 87—106, 1919. An zwei amphoteren Elektrolyten, Aluminiumhydroxyd und Gelatine, wird gezeigt, daß Wasser in Gegenwart eines sauren Salzes durch eine Kollodiummembran in Lösungen dieser Stoffe hineindiffundiert, als ob ihre Partikelchen negativ geladen wären, während Wasser in Lösungen dieser Elektrolyte, wenn sie als mono- oder bivalente Salze vorliegen, hineindiffundiert, als ob die Partikelchen des Wassers positiv geladen wären. Der Wendepunkt für das Vorzeichen der Elektrisierung des Wassers scheint mit dem isoelektrischen Punkt der beiden Amphoteren zusammenzufallen, der bei Gelatine einer H-Ionenkonzentration  $2 \cdot 10^{-5}$ -n. und bei  $\text{Al}(\text{OH})_3$  einer solchen von  $10^{-7}$ -n. entspricht. Das scheinbar positiv geladene Wasser diffundiert durch eine Kollodiummembran mit geringerer Geschwindigkeit in eine Lösung von Ca- und Ba-Gelatinaten, als in solche von Li-, Na- K- oder  $\text{NH}_4$ -Gelatinaten derselben Konzentration. Scheinbar negativ geladenes Wasser diffundiert auch langsamer in eine Gelatinesulfatlösung, als in eine solche von Gelatinechlorid oder -nitrat derselben Gelatinekonzentration und von H-Ionen. Es wird geschlossen, daß der osmotische Druck nicht allein von der Konzentration des gelösten Stoffes, sondern auch von den elektrostatischen Wirkungen der anwesenden Ionen abhängt. Der Einfluß der Ionen auf den osmotischen Druck muß derselbe wie auf die Anfangsgeschwindigkeit der Diffusion sein.

\*J. MEYER.

**Jacques Loeb.** Einfluß der Konzentration von Elektrolyten auf die Elektrisierung und die Diffusionsgeschwindigkeit des Wassers durch Kolloidmembrane. Journ. Gen. Physiol. 2, 173—200, 1919.

\*J. MEYER.

**Jacques Loeb.** Einfluß einer geringen Änderung der Kollodiummembrane auf das Vorzeichen der Elektrisierung des Wassers. Journ. Gen. Physiol. 3, 255—271, 1920. Kollodiummembranen, die mit einer einprozentigen Gelatinelösung behandelt worden sind, zeigen ein anderes osmotisches Verhalten als Kollodiummembranen ohne derartige Behandlung bei Lösungen von drei- und vierwertigen Kationen, die eine negative Elektrisierung des Wassers hervorrufen, während sie sich gegen Lösungen von Säuren und Salzen, die eine positive Elektrisierung hervorrufen, gleich verhalten. Trennt man z. B. Lösungen von  $\text{AlCl}_3$  oder  $\text{LaCl}_3$  durch eine gelatinierte Kollodiummembran von reinem Wasser, so diffundiert das Wasser schnell in die Lösungen, während dies bei gewöhnlichen Kollodiummembranen nicht der Fall ist. Dieses verschiedene Verhalten der beiden Membranen ist nicht auf Verschiedenheiten in ihrer Durchlässigkeit zurückzuführen, da Säuren durch beide mit gleicher Geschwindigkeit hindurchdiffundieren. Die Unterschiede sind darin begründet, daß das Wasser in Gegenwart der mehrwertigen Kationen durch die gelatinierten

Membranen in Form von negativ geladenen Partikelchen, durch die anderen Membranen aber in Form von positiv geladenen Partikelchen hindurchwandert. Ebenso wie Gelatine wirkt eine Behandlung mit Casein, Eieralbumin, Blutalbumin, Edestin.

\* J. MEYER.

**Stefano Pagliani.** Über die Kompressibilität und Viskosität des Wassers und seiner Lösungen und über seine Polymerisation. Gazz. chim. ital. 56 [1], 186—194, 1920. Die Ergebnisse der ausgeführten Messungen lassen sich mit der alten Hypothese von Graham über den Zustand eines Gases in Lösung erklären, nämlich durch die Annahme, daß das Gas selbst verflüssigt ist. So erklärt sich die Zunahme der Viskosität, die durch Lösung eines Gases in Wasser hervorgerufen wird, dadurch, daß das verflüssigte Gas eine beträchtliche Viskosität besitzt. Die Erscheinung des Viskositätsmaximums, welche Lösungen von  $\text{NH}_3$  bei  $0^\circ$  zeigen, und die auch in anderen Gaslösungen bei anderen Temperaturen gezeigt werden kann, läßt sich aus der Bildung komplexer Moleküle (Ammoniumhydroxyd) ebenso wie für die Alkoholmischungen erklären. Ebenso die Abnahme der Viskosität mit steigender Temperatur wie bei anderen Lösungen. Schließlich läßt sich mit Hilfe der Hypothese von der Polymerisation des  $\text{H}_2\text{O}$  der größte Teil der Tatsachen erklären, die das Wasser und seine Lösungen in bezug auf Kompressibilität und Viskosität darbieten.

\* POSNER.

**J. A. Wilkinson, Christ Neilson and H. M. Wyld.** Freezing-point solubility curve for sulfur and dichloro-ethyl sulfide. Journ. Amer. Chem. Soc. 42, 1377—1382, 1920.

SCHEEL.

**J. N. Brönsted.** Studies on solubility. II. The solubility ratios of salts in strong homoinonic solvents. Journ. Amer. Chem. Soc. 42, 1448—1454, 1920. SCHEEL.

**W. S. Titow.** Die Verteilung des Chlors zwischen Wasser und einer gasförmigen Phase. Nachr. d. Physik.-chem. Laboratoriums d. Semsoinsés, redig. von W. Arkadijew, 102—110, 1917, Moskau (russisch). Wenn die Luft bei dem Atmosphärendruck und der Temperatur  $20^\circ\text{C}$   $x$  Volumprom. von Chlor enthält, so sind  $y$  Volumen unter dem entsprechenden Partialdruck in Wasser gelöst;  $y$  läßt sich aus der Formel berechnen:

$$(y - 1,748)^3 x^2 = (72,52)^3,$$

die, z. B. für  $x = 10$  Prom., die gelöste Menge des Chlors  $y$  gleich 74,27 Volumen (unter 7,6 mm Druck) des Wassers gibt. Die ausgeführte Formel, die durch Versuche für verschiedene  $x$  bestätigt ist, stellt eine Folgerung der Untersuchungen von A. A. Jakowkin dar, der im Jahre 1898 die Frage über die Hydrolyse des Chlors sorgfältig untersucht hat.

ARKADIEW.

**E. F. Lundellus.** Adsorption und Löslichkeit. Kolloid-ZS. 26, 145—151, 1920. Bei Versuchen mit violetten Lösungen von Jod in Tetrachlorkohlenstoff, Schwefelkohlenstoff und Chloroform mit Blutkohle als Adsorbens lassen erkennen, daß Adsorption und Löslichkeit im großen ganzen im umgekehrten Verhältnis zueinander stehen, so daß die Adsorption zunimmt, wenn die Löslichkeit sich verringert. Bei der Adsorption aus gesättigten Dämpfen dieser und ähnlicher Lösungen ist die Dicke der adsorbierten Schichten approximativ gleich.

\* LIESEGANG.

**Georg v. Hevesy.** Die Selbstdiffusion in geschmolzenem Blei. Verh. d. D. Phys. Ges. (3) 1, 47, 1920. [S. 1187.]

SWINNE.

**Georg v. Hevesy.** Über die Trennung der Isotope durch Zentrifugieren. Verh. d. D. Phys. Ges. (3) 1, 47—48, 1920. [S. 1187.]

SWINNE.



**Barkhausen und H. Lichte.** Quantitative Unterwasserschallversuche. *Mn. d. Phys.* (4) **62**, 485—516, 1920. In der Unterwasserschalltelegraphie (U.-T.) beobachtete man gelegentlich außerordentlich starke Schwankungen in der Reichweite und führte diese auf Unvollkommenheiten der Sender- und Empfängerapparate zurück, während man an einen wesentlichen Einfluß des Wassers bei der Ausbreitung des Schalles zunächst nicht dachte. Die erhöhte Bedeutung der Unterwassertelegraphie während des Krieges veranlaßte die Verff., im Auftrage der Marine durch Versuche die Frage zu klären, welches Gesetz die Schallausbreitung im Wasser befolgt. Zu unterscheiden ist zwischen einer Abnahme der Schallenergie infolge der räumlichen Ausbreitung (quadratische Abnahme mit der Entfernung) und einer Abnahme durch Absorption, Zerstreuung und dgl. (exponentielle Abnahme). Überwiegt die erstere, läßt sich die Reichweite durch Verbesserung der Apparate wesentlich erhöhen, während bei Überwiegen der exponentiellen Abnahme durch Verbesserung der Apparate nichts erreicht werden kann.

Als Sender standen für die Versuche zwei verschiedene Typen von elektrischen Membranendern zur Verfügung, ein elektrodynamisch erregter (Tessenden-Oszillator) und ein elektromagnetisch erregter. Bei diesen Sendern läßt sich, wie die Verff. zeigen, die an das Wasser abgegebene akustische Leistung messen. Sie wurde auf 10 Proz. genau bestimmt. Als Empfänger fanden in der Hauptsache Mikrophonempfänger, wie sie auf Handelsschiffen zum Abhören von Unterwasserschallsignalen im Gebrauch sind, Verwendung. Da mit den Sendern eine bekannte akustische Leistung ausgestrahlt werden konnte, war eine absolute Eichung der Empfänger möglich unter der Annahme, daß auf kurze Strecken die Schallenergie quadratisch mit der Entfernung abnimmt. Für die Erzeugung eines eben hörbaren Tones im Telefon war am Mikrophonempfänger eine Schalldichte von etwa  $10^{-15}$  Watt/cm<sup>2</sup> erforderlich. Wegen der Konstanz der Mikrophone und der damit verbundenen großen Fehler wurden gelegentlich auch die Sender, deren Prinzip umkehrbar ist, als Empfänger verwendet. Ihre Empfindlichkeit war jedoch etwa zehnmal kleiner als die der Mikrophone.

Die mit diesen Apparaten in der Ostsee angestellten Versuche ergaben, daß die Schallenergie bei der Ausbreitung des Schalles im Wasser auf große Strecken nicht quadratisch mit der Entfernung abnimmt, sondern viel stärker. Bei einem Versuche sank die Lautstärke beim Fortschreiten um je 3 km jedesmal auf etwa den zehnten Teil. Zur Überbrückung von 8 km waren 1000 Watt Senderleistung erforderlich, für 5 km 10 Watt, für 3 km nur 0,4 Watt. Als Gründe für dieses Verhalten wurden Ungleichförmigkeiten des Mediums, insbesondere ungleichmäßige Temperaturverteilung, festgestellt (H. Lichte, *Phys. ZS.* **11**, 385, 1919). Temperatur und Salzgehalt des Wassers bedingen eine Krümmung der Schallstrahlen nach oben oder unten, je nachdem, ob das Wasser an der Oberfläche wärmer oder kälter ist als am Boden. An der Oberfläche wird der Schall total reflektiert, am Boden wird er größtenteils verschluckt. Die hieraus sich ergebende Folgerung, daß im Winter mit größeren Reichweiten zu rechnen ist als im Sommer, bestätigen die Versuche. In der freien Ostsee wurden im Sommer 10 km, im Winter 20 km als normale Reichweite der Unterwasserschallsignale festgestellt. Im flachen Wasser ist sie geringer. Gelegentlich wurden Reichweiten von über 100 km beobachtet. Eine Abhängigkeit der Reichweiten von der Frequenz des verwendeten Signaltones konnte nicht gefunden werden.

Die Versuche ergaben das für die Praxis wichtige Resultat, daß durch Verbesserung der Apparate für die Unterwassersignalisierung keine wesentliche Erhöhung der Reichweite zu erzielen ist, da diese in der Hauptsache durch den Zustand des Wassers bedingt ist.

KUNZE.

**H. Lorenz.** Technische Anwendungen der Kreiselbewegung. ZS. d. Ver. d. Ing. 63, 1224—1231, 1250—1257, 1919; 64, 68—69, 1920. Erweiterter S.-A. ZS. d. Ver. d. Ing. 1919. 100 S. In dieser Arbeit werden zunächst die Bewegungsgleichungen des symmetrischen Kreisels in möglichst einfacher und gedrängter Form abgeleitet und die Schwingungsformeln für den Fall kleiner Ausschläge der Kreiselachse aufgestellt.

Sodann werden in zehn gesonderten Kapiteln die verschiedensten Anwendungsgebiete des Kreisels in der Technik einer Besprechung unterzogen und durchgerechnet.

Nach einem Kapitel über das kegelige Fadenpendel wird der Rollkiesel behandelt, speziell in der Anwendung auf den Kollergang, die Stabilität frei rollender Räder (Fahrräder) und die Einwirkung von Schiffsschrauben und Schaufelrädern auf die Stampf- und Rollbewegung der Schiffe. Die folgenden zwei Kapitel behandeln die Schwingungen von durch Kiesel stabilisierten Fahrzeugen, unter besonderer Berechnung des Schlickschen Schiffskreisels und der Scherlschen Einschienebahn. Daran schließt sich eine Besprechung des Kreisels als Richtungsweiser, speziell der Geradlaufapparatur der Torpedos und des Kreiselskompasses, allerdings nur der älteren Anschützschen Konstruktion. Eine Durchrechnung des Kreiselpendels führt sodann zur Behandlung des Kreisellotes und des Fliegerhorizontes und der Wirkung der Laufräder auf elastischen Wellen.

Ein näheres Eingehen auf einzelne Kapitel in ihrer größtenteils mathematischen Behandlung verbietet der zulässige Umfang der Besprechung.

O. MARTIENSSEN.

**Leonard Baird.** Applied Aerodynamics. 560 S. London, Longmans, Green & Co., 1920.

SHEEL.

**P. D. Reed.** Biplane and triplane wing structure. Aeronautics 18, 433, 1920. Doppeldecker oder Dreidecker? Der Eindecker „hat ein beschränktes Verwendungsgebiet“. Mit Rücksicht auf Flugeigenschaften, Abmessungen und bauliche Einfachheit kommt für kleinere Flugzeuge bis 5 t Gesamtgewicht der Doppeldecker, für größere der Dreidecker vorwiegend in Betracht.

EVERLING.

**A. R. Low.** Occasional papers on aeronautics. Nr. 2: A fundamental theorem in airscrew theory. Aeronautics 18, 466—467, 1920. Nach Baird („Applied Aerodynamics“) können die Kurven des Schubes einer Luftschraube abhängig von der Drehzahl auf beliebige Fluggeschwindigkeiten umgerechnet werden. Das trifft für Messungen von Riabuschinsky (in Kutschino) tatsächlich zu, wenn man die Drehzahlen im einfachen, die Schübe im quadratischen Verhältnis der Geschwindigkeiten umrechnet. Nur die Standkurve, aus zwei um  $180^\circ$  verdrehten Parabelästen, wird in sich selbst abgebildet. Sie hat jedoch, wie man durch einen Grenzübergang erkennt, im Nullpunkt zwei Extremwerte und drei Wendepunkte, also eine Berührung fünfter Ordnung. Daher sind Standversuche nicht geeignet, kennzeichnende Merkmale für Fahrtschrauben zu gewinnen. Bemerkenswert sind auch die Kurven gleicher Drehzahl; sie müssen für große Geschwindigkeiten zusammenlaufen, was aus den Meßergebnissen nicht ohne weiteres hervorgeht. Vorteilhafter wäre dimensionslose Darstellung der Ergebnisse.

EVERLING.



#### 4. Aufbau der Materie.

**Geiger.** Über unsere heutigen Vorstellungen vom Bau der Atome. *Elektrot. Umsch.* 8, 213—217, 1920. Kurze Darlegung der Rutherford'schen Atom- und der Bohrschen Spektraltheorie. Auffallend ist, daß deutsche Forscher kaum erwähnt werden. SWINNE.

**E. Oxley.** On Atomic and Molecular Structure. *Nature* 105, 231—232, 1920. Der Verf. wendet sich gegen die Behauptung von Bradford (*Nature*, April 1920), daß er bei der Atomstruktur die Elektronen auf Kreisen „ohne zusammenziehende Kräfte“ sich herum bewegen lasse. GLOCKER.

**Langmuir.** Theories of Atomic Structure. *Nature* 105, 261, 1920. Gegen die frühere Annahme (*Journ. Amer. Chem. Soc.* 61, 932, 1919) des Verf., daß die Elektronen im Atom stationär sind, wurden von Bradford (*Nature* 105, 41, 1920) Einwände geltend gemacht. Die chemischen Daten geben Auskunft über die Geometrie des Atoms, insbesondere über die Symmetrieverhältnisse. Vom chemischen Standpunkte aus ist die Bewegung der Elektronen, solange sie in einer mit den notwendigen Symmetrieeigenschaften des Atoms verträglichen Weise erfolgt, ohne Belang. Die chemische Beziehung ist die Bohrsche Theorie ungenügend, sobald sie auf Atome mit mehr als einem Elektron angewandt wird. Es ist daher eine Umbildung der Theorie in der Hinsicht zu fordern, daß die Elektronen nicht um den Kern, sondern an bestimmten in bezug auf den Kern im Raum symmetrisch gelegene Punkte sich herum bewegen. Wie sich der Verf. im einzelnen diese Anordnung vorstellt, wird an Beispielen erläutert.

In den Fällen, wo Atome kein Elektron mit anderen Atomen gemeinsam haben, ist anzunehmen, daß jedes Elektron in der äußeren Schale seine eigene Bahn beschreibt. Wenn ein Paar von Elektronen zwei Atomen gemeinsam ist, betätigt sich dieses Paar als Einheit. Wenn ein Atom mit seinen Nachbarn vier Paare von Elektronen gemeinsam hat, so ist die tetraedrische Symmetrie wahrscheinlicher als die kubische. Die chemische Bindung wird nach Bohr als ein auf gemeinsamer Bahn, die senkrecht zur Ebene der Mittelpunkte der beiden Atome verläuft, sich bewegendes Elektronenpaar dargestellt. GLOCKER.

**E. Oxley.** Atomic and Molecular Forces and Crystal Structure. *Nature* 105, 327—328, 1920. Der Verf. beschreibt qualitativ ein Modell eines Wasserstoffmoleküls. Die Bindung erfolgt durch zwei Elektronen, die auf gemeinsamer Bahn herum bewegen, und beruht im Gegensatz zum Bohrschen Modell nicht auf elektrostatischen, sondern auf magnetischen Kräften. Der Verf. glaubt, daß es möglich sein werde, die Symmetrieeigenschaften der Kristalle mit Hilfe der magnetischen Kräfte der Kernelektronen zu erklären. Unter der Wirkung der gegenseitigen magnetischen Kräfte der im Kern rotierend gedachten Elektronen ergibt sich für diese eine ganz bestimmte Orientierung, deren Symmetrieverhältnisse die der betr. Kristallstruktur bestimmen. GLOCKER.

**Hahn.** Radioaktivität und chemische Elemente. *ZS. f. angew. Chem.* 33, 171, 1920. Kurzer Vortrag für die Gründungssitzung der Emil Fischer-Gesellschaft im Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie. Er gibt einen Überblick über die in der Abteilung Hahn-Meitner des genannten Instituts bearbeiteten Probleme. HAHN.

**Smekal.** Die Feinstruktur der Röntgenspektren. *Verh. d. D. Phys. Ges.* (3) 1, 58, 1920. Kurzes Referat über den Aufbau der inneren Elektronenschalen

des Atoms, insbesondere über den Einfluß räumlicher Quantelung auf die Zahl der auftretenden Absorptionskonstanten und über die Möglichkeit, daß sich die Elektronen einer Schale in energetischer Beziehung nicht gleich verhalten. Die gute Wiedergabe der  $K_\alpha$ -Messungen durch die Kroosche Formel scheint auch bei Annahme einer räumlichen  $L$ -Elektronenkonfiguration drei Elektronen für die  $K$ -Schale zu fordern.

HERTZ

**A. Sommerfeld.** En ensartet Opfattelse af Balmers og Deslandres' Serieled. Fysisk Tidsskrift 18, 33—40, 1919/20. [S. 1212.]

SWINNE.

**J. Lifschitz.** Über die Ziele und Möglichkeiten einer Analyse der Absorptionsspektren. ZS.f.phys.Chem. 95, 1—14, 126, 1920. [S. 1213.] KAUFFMANN.

**F. W. Aston.** The Constitution of Atmospheric Neon. Phil. Mag. (6) 39, 449—455, 1920. Bei photographischen Versuchen über die elektromagnetische Ablenkbarkeit der Kanalstrahlen in einem mit einem Gemisch der leichteren Edelgase der Luft gefüllten Gefäß fand Thomson auf den Platten neben einer Parabel, die dem Neon mit dem Atomgewicht 20 entspricht, eine weitere von sehr geringer Intensität, die ihrer Lage nach einem Element mit dem Atomgewicht 22 zuzuordnen ist. Die Vermutung, daß es sich um ein mit dem Neon isotopes Gas handelt, wurde gestützt durch den von Aston erbrachten Nachweis, daß durch fraktionierte Diffusion Gasdichten mit den extremen Werten 20,15 und 20,28 (Dichte des gewöhnlichen Neons 20,19) hergestellt werden können.

Verf. hält diese Versuche nicht für entscheidend. Nachdem es ihm kürzlich gelungen ist, die Methode der Kanalstrahlenanalyse wesentlich zu verfeinern (Phil. Mag., Dec. 1919), wiederholt er in der vorliegenden Arbeit die Thomsonschen Versuche. Es gelingt ihm nunmehr der einwandfreie Beweis, daß das gewöhnliche Neon aus einem Gemisch zweier Isotopen mit den Atomgewichten 20 und 22 (Fehler  $\pm 0,10$  Proz.) besteht. Aus der Dichte ergibt sich dann das Verhältnis der beiden Komponenten zu 90 bzw. 10 Vol.-Proz., in Übereinstimmung mit der geschätzten Intensität der Linien auf der Platte. Auf den besten Aufnahmen findet sich eine außerordentlich schwache Linie an einer Stelle, welche dem Atomgewicht 21 entspricht. Über die Frage der Existenz dieser dritten Isotope des Neons wird eine weitere Untersuchung angekündigt.

GLOCKER.

**Ledoux-Lebard et A. Dauvillier.** Sur la distance réticulaire de la calcite et son influence sur la détermination de  $h$ . C. R. 169, 965—967, 1919. Die Verff. kommen auf die von ihnen schon früher (diese Ber. S. 406) behandelte Frage nochmals zurück, wobei die von ihnen damals mitgeteilten Zahlenwerte kleine Änderungen erfahren. Es wird dabei Bezug genommen auf eine neuere Veröffentlichung von R. T. Birge (diese Ber. S. 969; übersichtliche Zusammenstellung aller Formeln für die verschiedenen Arten der Berechnung der Planckschen Konstanten  $h$ ). Die

Gitterkonstante des Kalkspats wird aus  $d_p = \left( \frac{10 M E e}{2 q K A c} \right)^{1/3}$  berechnet zu  $d_p = (3,02825 \pm 0,00225) \cdot 10^{-8}$  cm. Durch Umrechnung aus  $d_p = \frac{3,02825 \cdot 2,814}{3,02987}$  wird die Gitter-

konstante des Steinsalzes bestimmt als  $d_p = (2,8125 \pm 0,0028) \cdot 10^{-8}$  cm. Es wird die durch Birge im Anschluß an Messungen von F. C. Blake und W. Duane (Fortschr. 73 [2], 62, 1917) vorgenommene Berechnung von  $h$  besprochen und der durch Birge gefundene Zahlenwert  $h = (6,555 \pm 0,009) \cdot 10^{-27}$  ersetzt durch  $h = (6,5564 \pm 0,015) \cdot 10^{-27}$ .

ERFLE.



**org Hevesy.** Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung, Nr. 132. Elektrizitätsleitung und Diffusion in festen Salzen. Wiener Anzeiger 1920, 165 36. [S. 1192.] SWINNE.

**org v. Hevesy.** Die Selbstdiffusion in geschmolzenem Blei. Verh. d. D. s. Ges. (3) 1, 47, 1920. Die Bestimmung der Konstanten der Selbstdiffusion von geschmolzenem Blei kann durch Messung der Diffusionsgeschwindigkeit eines radioactiven Bleisotopen in ersterem festgestellt werden (in Anbetracht der Übereinstimmung der Isotopenradien und der weitgehenden Unabhängigkeit der Diffusionsgeschwindigkeit von der Masse). So wurde bei  $343^{\circ}$  der Wert von  $2,3 \text{ cm}^2/\text{Tag}$  erhalten. Unter Annahme direkter Proportionalität der Diffusionsgeschwindigkeit mit der absoluten Temperatur und umgekehrter Proportionalität mit der Zähigkeit des Mittels wird für Diffusionskonstante von Blei in Wasser bei  $18^{\circ}$  ein Wert von  $2,1 \text{ cm}^2/\text{Tag}$  erhalten, während für das Bleiion unter gleichen Bedingungen die Konstante nur  $0,68 \text{ cm}^2/\text{Tag}$  beträgt, bedingt durch die starke Hydratation des Bleiions. (Ausführlich in den Ann. Phys.) SWINNE.

**org v. Hevesy.** Über die Trennung der Isotope durch Zentrifugieren. Verh. d. D. Phys. Ges. (3) 1, 47—48, 1920. Erörterung der Trennbarkeit von Isotopenmischungen durch Zentrifugieren (im Anschluß an die Versuche von Joly und Poole, diese Z. S. 802 u. 817). Das Verhältnis der Ionenkonzentrationen  $N_a/N_b$  in den Abständen  $a$  und  $b$  von der Achse bei der absoluten Temperatur  $T$ , der Umdrehungszahl  $u$  und

Ionenmassen  $M$  wird berechnet aus  $\frac{N_a}{N_b} = e^{2,374 \cdot 10^{-7} \frac{M u^2}{T} (a^2 - b^2)}$ ; bei Blei

$M = 206$  (Uranblei) bzw.  $208$  (Thorblei),  $u = 150 \text{ 1/sec}$ ,  $a = 10 \text{ cm}$ , wie bei den erwähnten Versuchen. Für diese ergibt sich bei Annahme einzelner Atome in der Zentrifuge eine Konzentrationsverschiebung von 2 Prom., bei mehratomigen Molekeln entsprechend weniger. Für wässrige Bleisalzlösungen ergibt sich diese Verschiebung wegen der starken Hydratation der Ionen zu etwa 1 Prom. Auch die Rolle der Verschiebung für die Erreichung des Verschiebungsgleichgewichtes wird erörtert. SWINNE.

**v. Hevesy.** Die Platzwechselgeschwindigkeit der Ionen im Kristall. Z. f. Phys. 2, 148—149, 1920. [S. 1192.] SEEMANN.

**Reis.** Zur Kenntnis der Kristallgitter. ZS. f. Phys. 1, 204—220, 1920; Bemerkungen dazu, ebenda 2, 57—59, 1920. Die modernen Erkenntnisse über Kristallstrukturen haben den Streit um das Kristallmolekül wieder aufleben lassen. Während Physiker und Kristallographen die Aufhebung des Molekülverbandes zugunsten des Ionenverbandes als einen wesentlichen Grundzug des Übergangs vom amorphen in den kristallisierten Zustand ansehen, sträuben sich Chemiker gegen die Preisgabe des Molekülbegriffes für den festen Zustand. Verf. glaubt diese Widersprüche durch den Hinweis zweier geometrisch wesentlich verschiedener Typen von Kristallgittern beseitigen zu können, die für die zwei ebenfalls wesentlich verschiedenen Grundtypen chemischer Verbindungen: denen mit und denen ohne Salzcharakter in Anwendung gebracht werden müssen. Trotz der mangelhaften röntgenographischen Kenntnis der Kristallverbindungsklassen glaubt der Verf. auf Grund unserer heutigen Erfahrungen geometrischer Überlegungen gewisse Leitlinien für spätere Untersuchungen festlegen zu können.

In der ersten Abhandlung bedient sich der Verf. zur Ableitung der zwei erwähnten Grundtypen einer Konstruktion mit Deckoperationen (nicht ganz im Sinne der üblichen Verwendung dieses Begriffes), die aber in der zweiten Mitteilung durch folgende an-

schaulichere und wohl auch weniger angreifbare ersetzt wird: Die Verbindungsstrecke eines jeden Gitterpunktes mit seinen Nachbarpunkten werde durch eine senkrechte Ebene halbiert; das kleinste so von diesen Ebenen um den Gitterpunkt gebildete Polyeder sei eine „Zelle“. Dadurch wird jedes Gitter in lückenlos den Raum erfüllende, jedoch unter sich kristallographisch ungleichwertige Zellen aufgeteilt. Nun wird geprüft, welche Scharen von Zellwänden fortgelassen werden können, ohne die Teilung des Raumes in endliche, allseitig begrenzte Zellen aufzuheben. Diese übrig bleibenden Zellen können nun entweder ein Atom oder eine Gruppe von Atomen, die „natürliche Punktgruppe“ enthalten.

Wendet man dieses Verfahren auf die bisher bekannten Gitter an, so kommt man je nach ihrem Aufbau aus Atomgruppen zu folgenden Kristallgitterklassen:

1. Molekülgitter sind Gitter aus gleichen Atomgruppen; als deren Sonderfall erscheint das einatomige Gitter mit lauter einatomigen Zellen.

Die Kristallgitter der Elemente sollen dieser Klasse angehören, ebenso die Gitter der Verbindungen ohne Salzcharakter, von denen jedoch noch kein Beispiel einwandfrei untersucht ist.

2. Ionengitter sind Gitter, die aus ungleichen Atomgruppen aufgebaut sind; und zwar werden Gitter, in denen mindestens eine Atomgruppe aus mehreren Atomen besteht, Radikalionengitter genannt, Atomionengitter dagegen, wenn nur je ein Atom eine Gruppe für sich bildet.

Im allgemeinen sollen dieser Gruppe die Verbindungen mit Salzcharakter angehören; jedoch sollen die möglichen Ausnahmen in späteren Mitteilungen — die vorliegende ist nur als vorläufige gedacht — genauer erörtert werden.

Die für die physikalischen Eigenschaften der Kristalle wichtigen Atomabstände sind für die einatomigen und die Atomionengitter alle gleich; in Molekül- und Radikalionengittern müssen ungleiche Abstände vorkommen; hierbei ist die kürzeste Verbindungsstrecke zwischen zwei natürlichen Punktgruppen länger als die längste, zum inneren Zusammenhalt einer natürlichen Punktgruppe notwendige Strecke. Erstere Abstände sind auf 1 bis 2 Å, letztere auf 2,5 bis 4 Å zu schätzen. Als qualitativ wahrscheinlich richtige Arbeitshypothese wird ferner angenommen, daß die kürzeren Verbindungsstrecken festeren Bindungen und umgekehrt gleichzusetzen sind. Für die aufgestellten Gitterklassen ergibt sich dann gleiche Festigkeit aller Gittermaschen in Atom- und Atomionengittern, sehr ungleiche Maschenfestigkeit in Molekül- und Radikalionengittern. Aus der Annahme, daß in Molekülgittern die starken Bindungen nur innerhalb der Gruppen wirksam sind, würde sich der Kristallzusammenhalt solcher Körper als durch Restaffinitäten bedingt ergeben.

Bezüglich der physikalischen Eigenschaften sollen sich in Kompressibilität, Härte, thermischer Ausdehnung die Unterschiede der beiden Gitterarten deutlich erkennen lassen; Verf. zeigt in weiteren Darlegungen jedoch unter Vorsicht spezieller Beispiele die prinzipielle Übereinstimmung der Forderungen seiner Theorie mit den Erfahrungen.

STEINMETZ.

**Helge Bohlín.** Eine neue Anordnung für röntgenkristallographische Untersuchungen von Kristallpulver. Ann. d. Phys. (4) **61**, 421—439, 1920. [S. 1195.]

HERTZ.

**P. Knipping.** Zur Frage der Brechung der Röntgenstrahlen. ZS. f. Phys. **1**, 40—41, 1920. [S. 1210.]

HERTZ.

**Henry S. Rawdon.** Interkristallinischer Bruch von Blei. Mining and Metallurgy 1920, Nr. 158, Absch. 7, 1—16. Unter Umständen kann Blei derart brüchig



den, daß es zwischen den Fingern zu einem Pulver verrieben werden kann. Nach Beschreibung dieser Art der Veränderung des Bleies an Hand von Schlißbildern undprechung der Arbeiten von Heller und Creighton über die Allotropie des Bleies den die Ergebnisse eigener Versuche mitgeteilt und erörtert. Die meisten der Blei vorkommenden Verunreinigungen sind unlöslich in dem Metall. Sn, Sb und sind im geschmolzenen Zustand vollständig mischbar, aber mit Ausnahme des Sn unlöslich im festen Zustand, finden sich daher zwischen den Körnern des metallischen Bleies vor. Das von Heller beschriebene sogenannte allotropische oder graue stellt nur einen körnigen Zustand der gewöhnlichen Form des Bleies vor. Die Umwandlung wird durch die Einwirkung des verwendeten Elektrolyten, besonders der  $\text{O}_3$ , auf die interkristallinen Verunreinigungen hervorgerufen. Für eine Allotropie konnten keine Anhaltspunkte gefunden werden. Der Angriff des interkristallinen Metalls im hochgradigen Blei durch Lösungen von neutralem Bleiacetat ist wahrscheinlich teilweise auf den Unterschied im elektrolytischen Lösungspotential zwischen der amorphen interkristallinen Masse und dem Metall im Innern, verursacht durch die Wirkung der geringen interkristallinen Verunreinigungen, zurückzuführen. Die Änderungen in der Dichte könnten auch auf eine gleichzeitig stattfindende Oxydation zurückzuführen sein. Der Grad der sogenannten allotropischen Umwandlung ist hauptsächlich abhängig von der Reinheit des Bleies und der Konzentration des Elektrolyten, der auf das Metall zur Einwirkung kommt. \*DITZ.

**Di Capua.** Die Legierungen von Gold und Silicium. Gazz. chim. ital. [1], 207—211, 1920. An der Hand des Schmelzdiagramms wird gezeigt, daß sich Gold und Silicium im flüssigen Zustande in jedem Verhältnis mischen, keine Verunreinigungen liefern und im festen Zustande völlig unmischbar sind. Das Diagramm zeigt ein Eutektikum bei 94 Proz. Gold und  $370^\circ$ . Bemerkenswert ist die starke Erniedrigung des Schmelzpunktes des Goldes, 6 bis 7 Proz. Silicium erniedrigen den Schmelzpunkt um etwa  $800^\circ$ . An Mikrophotogrammen wird die Struktur der eutektischen Mischung gezeigt. \*POSNER.

**Isnardi.** Experimentaluntersuchungen an trüben Medien. Ann. d. Phys. (4) 62, 573—588, 1920. (Vgl. Phys. Ber. 1, 756, 1920. SCHEEL.

## 5. Elektrizität und Magnetismus.

**Green.** A Fluid Analogue for the Aether. Phil. Mag. (6) 39, 651—659, 1920. [207.] ERFLE.

**Natanson.** On the molecular theory of refraction, reflexion, and diffraction. Phil. Mag. (6) 38, 269—288, 1919. [S. 1210.] ERFLE.

**Keinath.** Mechanischer Gütefaktor und Skalencharakter elektrischer Meßgeräte. ZS. f. Fernmeldetechn. 1, 74—77, 1920. Die übliche Definition des mechanischen Gütefaktors für Meßgeräte mit Drehsystemen, nämlich als Bruch Drehmoment in cm.g für 90 Winkelgrade Ausschlag durch Systemgewicht in Gramm, gibt eigentliches Maß für die mechanische Güte. Unter anderem zeigt die Erfahrung,

daß die Güte bei gleichbleibendem Gütefaktor mit zunehmendem Systemgewicht abnimmt, dagegen in gleicher Weise wie der Gütefaktor sich ändert, wenn in diesen das Gewicht mit der 1,5<sup>ten</sup> Potenz statt mit der 1<sup>ten</sup> eingeführt wird. Es wird daher vorgeschlagen künftig den zehnfachen Wert des Bruches Drehmoment in cm.g für 90° Ausschlag durch die 1,5<sup>te</sup> Potenz des Systemgewichtes in Gramm als mechanischen Gütefaktor  $\gamma$  zu bezeichnen. Für ein einwandfreies Meßgerät, dessen System auch durch die heftigsten Stöße nicht beschädigt werden kann, wird dann der Gütefaktor = 1. Doch genügt der berechnete Gütefaktor nicht allein zur Beurteilung eines Meßgerätes: Nimmt das mechanische Drehmoment nicht linear mit dem Ausschlag zu, z. B. infolge Verwendung von besonderen Federanordnungen oder Gewichten als Gegenkraft, so ist der Gütefaktor und damit die Einstellsicherheit über den ganzen Skalenbereich veränderlich; bei quadratisch mit dem Ausschlag zunehmendem Drehmoment ist er im Anfangsbereich sehr klein (also die Einstellung sehr unsicher), umgekehrt ist er bei gegen das Ende nur wenig zunehmendem Drehmoment (durch die Schwerkraft) klein am Skalenende. Es hat also der Skalencharakter einen erheblichen Einfluß auf den mechanischen Gütefaktor (bzw. die Einstellgenauigkeit). Bei gleichem Drehmoment für Endausschlag wird jede Erweiterung der Teilung an irgend einer Stelle mit einer Verminderung der Einstellsicherheit erkauft bzw. sie geschieht unter Vergrößerung des Eigenverbrauchs für den Endausschlag.

ZÖLLICH.

**Fr. Voller.** Der Leistungsfaktor und seine Messung. Helios 26, 169—173, 177—180, 193—195, 201—205, 1920. Als Leistungsfaktor bezeichnet man das Verhältnis der wirklich übertragenen Leistung zu der größten mit demselben Strom bei der gleichen Spannung übertragbaren Leistung. Nach Buchholz (Elektrot. ZS. 1919, S. 101, 115) kann man ihn auch als das Verhältnis der tatsächlich abgegebenen zu der größtmöglichen bei gleicher Spannung und bei gleichem Verlust abgebbaren Leistung bezeichnen, oder als die Quadratwurzel aus dem Verhältnis des kleinstmöglichen Verlustes, mit dem die Leistung bei gleicher Spannung übertragen werden könnte, zu dem tatsächlich auftretenden Verlust. Da gerechterweise jeder Stromverbraucher diejenigen Energieverluste bezahlen muß, die durch seine Anlage schon vor seinem Zähler hervorgerufen werden, muß der Strompreis nach dem Leistungsfaktor abgestuft werden. Diese Berücksichtigung des Leistungsfaktors ist nicht einfach. Es ist zweckmäßig nach Buchholz den Energiefaktor einzuführen, d. h. das Verhältnis der wirklich übertragenen Arbeit (Leistung  $\times$  Zeit) zu derjenigen größtmöglichen Arbeit, die bei derselben Spannung unter gleichem Arbeitsverlust übertragen werden könnte. Der Energiefaktor ist auch gleich der Quadratwurzel aus dem Verhältnis der kleinstmöglichen Verluste, mit denen die Arbeit hätte übertragen werden können, zu den wirklich auftretenden Verlusten. Hiermit wird auch berücksichtigt, daß außer der Phasenverschiebung die Unregelmäßigkeit der Leistungsentnahme zur Erhöhung der Verluste beiträgt. Praktisch läuft der Buchholzsche Gedanke auf die Anwendung eines Amperequadratstundenzählers neben dem Kilowattstundenzähler hinaus. Die Buchholzschen Definitionen sind noch anwendbar, wenn Strom- und Spannungskurve einander nicht mehr in geometrischem Sinne ähnlich sind. Auf Drehstrom lassen sich alle Definitionen ohne weiteres nur dann übertragen, wenn ein Netz mit gleichbelasteten Phasen vorliegt. Bei ungleicher Belastung treten erhebliche begriffliche Schwierigkeiten auf, die bisher noch nicht gelöst sind. Die verschiedenen Definitionen des Drehstromleistungsfaktors, die man aufgestellt hat, führen auf voneinander verschiedene Werte. Welcher von ihnen der zweckmäßigste ist, kann auf den ersten Blick nicht entschieden werden. Man kommt zum Ziel, wenn man den Leistungsfaktor als das Verhältnis der wirklichen zur größtmöglichen Leistung definiert und demnach



die größtmögliche Leistung feststellt, die bei gleicher Spannung unter denselben Verhältnissen übertragen werden könnte. Man kommt bei für die drei Phasen gleicher Dreiecksspannung  $E_{\Delta}$  zu dem Ausdruck

$$\cos \varphi_d = \frac{N}{E_{\Delta} \sqrt{J_1^2 + J_2^2 + J_3^2}},$$

wo  $N$  die wirkliche Leistung,  $J_1, J_2, J_3$  die Linienströme bezeichnet. Dieser Leistungsfaktor kann im energiewirtschaftlichen Sinne als „Gütezeiffer“ eines Betriebszustandes gelten. Der Messung wird dieser  $\cos \varphi_d$  in Verbindung mit dem zeitlichen mittleren Leistungsfaktor, wobei die zeitliche wie die räumliche Ungleichförmigkeit der Belastung über der reinen Phasenverschiebung berücksichtigt wird, durch die Anwendung eines Dreiphasenquadrantenstromzählers mit drei Triebsystemen zugänglich gemacht, der die Werte der Summe  $J_1^2 + J_2^2 + J_3^2$  multipliziert mit der Zeitdauer ihres Bestehens mittelt.

Der Leistungsfaktor kann durch indirekte Meßmethoden und durch direkt zeigende Meßinstrumente festgestellt werden. Im ersten Falle bedient man sich bei einphasigem Wechselstrom eines Leistungszeigers, Stromzeigers und Spannungszeigers, um die Leistung und das Produkt von Strom und Spannung zu bestimmen, deren Quotient den Leistungsfaktor darstellt. Bei Drehstrom mit gleichbelasteten Phasen schaltet man den Leistungszeiger über einen Nullpunkt Widerstand an. Ohne Spannungs- und Stromzeiger kommt man durch Verwendung von zwei Leistungszeigern in der bekannten Bruck'schen Schaltung aus. Mit einem Doppelleistungszeiger läßt sich der Leistungsfaktor bei gleichbelasteten Phasen durch zwei Messungen bestimmen, ferner auch mit einem einfachen Ferraris-Leistungszeiger für Drehstrom mit gleicher Belastung, der ein Meßsystem enthält. Bei Drehstrom mit ungleich belasteten Phasen sind alle diese Verfahren nicht anwendbar. Man muß die Gesamtleistung sowie die drei Ströme und Spannungen messen. Bei Drehstrom ohne Neutralleiter sind die Gesamtleistung mit zwei Leistungszeigern und die drei Linienströme mittels dreier, oder bei Anwendung von Stromwandlern, zweier Stromzeiger zu messen (der dritte Stromzeiger kommt in die gemeinsame sekundäre Rückleitung der beiden Stromwandler). Bei einphasigen Betrieben lassen sich die Meßschaltungen durch Anwendung von Wattmeter-Schaltern vereinfachen. Gelegentlich kann die Messung des Leistungsfaktors mit einem Wattmeter und einem Voltamperemeter vorgenommen werden.

Die direkt zeigenden Phasenmesser beruhen fast alle auf dem gleichen Grundgedanken. Im Bruger, Elektrot. ZS. 1898, S. 476 und Phys. ZS. 1903, S. 882: zwei starr miteinander verbundene Spulen, deren Windungsebenen sich in der gemeinsamen Drehachse unter einem rechten Winkel schneiden, und die von zwei in der Phase um eine Viertelperiode gegeneinander verschobenen Wechselströmen durchflossen werden, können sich frei in einem feststehenden Wechselfeld von gleicher Periodenzahl drehen, ohne daß sonst irgendwelche mechanischen Richtkräfte wirksam sind. Das bewegliche System stellt sich stets so ein, daß die eine Spule um einen Winkel von der Richtung des festen Feldes abweicht, der zahlenmäßig gleich dem Phasenverschiebungswinkel zwischen beiden Feldern selbst ist, unabhängig von der Stärke der Felder. Die Ausläge sind in sehr weiten Grenzen von Schwankungen des Stromes und der Spannung unabhängig; bis zu einem Viertel der Nennstromstärke herab und bei Spannungsschwankungen um  $\pm 20$  Proz. erfolgt die Einstellung des Zeigers noch sicher.

Eine Reihe von Phasenmessern der Firma Hartmann & Braun wird beschrieben. Die Phasenindikatoren oder Sinusinstrumente sind einfache Leistungszeiger mit elektromagnetischen oder Ferraris-Systemen, die sich aber von den gewöhnlichen Leistungszeigern dadurch unterscheiden, daß sie nicht die Wirkleistung, sondern die Blind-

leistung anzeigen. Die Ausschläge sind im allgemeinen abhängig von Strom, Spannung und Phasenverschiebung. Man sieht daher mehrere Teilungen für verschiedene Werte der Belastung vor. ZÖLLICH.

**C. Otto Friedrich.** Zählerprüfungen und -prüfeinrichtungen. Helios, Export-ZS. 26, 2307—2310, 1920. Die Unterlassung der dauernden Nachprüfung von Zählern seitens der Elektrizitätswerke rächt sich häufig durch Verminderung der Einnahmen. Daher müßte jedes Kraftwerk eine ortsfeste Prüfanlage besitzen, in der die Zähler von Zeit zu Zeit sorgfältig geeicht werden. Es werden einige Prüfeinrichtungen des Wernerwerkes der Siemens & Halske A.-G. beschrieben. Die Meßstromkreise der Stromspulen der Zähler werden von denen der Spannungsspulen getrennt, so daß man große Stromstärken mit niedriger Spannung und hohe Spannung nur mit kleinen Stromstärken beliefern kann. ZÖLLICH.

**V. Vieweg.** Über die Erwärmung von Spulen elektrischer Maschinen. Elektrot. Umschau 8, 123—125, 1920. Der Verf. gibt zusammenfassend eine Darstellung der wichtigsten auf diesem Gebiete erschienenen Arbeiten. Ausgehend von dem Vidmarschen Vorschlag zur Ergänzung der Erwärmungsvorschriften der Maschinen-normen wird eine kurze Inhaltsangabe von folgenden Arbeiten gegeben: M. Vidmar, Elektrot. u. Maschinenb. 36, 49, 1918; L. Ott, Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Heft 35/36, S. 53, 1916; W. Rogowski, Archiv f. Elektrot. 7, 41, 1918; M. Jakob, ebenda 8, 117 u. 126, 1919 und 362, 1920; W. Rogowski und V. Vieweg, ebenda 8, 329, 1919. Die Ergebnisse dieser Arbeiten werden dahin zusammengefaßt, daß die Einführung des Vidmarschen Vorschlages zur Ergänzung der Erwärmungsvorschriften sowohl vom Gesichtspunkt der Rechnung als auch vom meßtechnischen Standpunkt aus für die indirekte Bestimmung der höchsten Temperatur einer Wicklung einen Fortschritt bedeuten würden. VIEWEG.

**Georg Hevesy.** Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung. Nr. 132. Elektrizitätsleitung und Diffusion in festen Salzen. Wiener Anzeiger 1920, S. 165—166.

**G. v. Hevesy.** Die Platzwechselgeschwindigkeit der Ionen im Kristall. ZS. f. Phys. 2, 148—149, 1920. Die Geschwindigkeit des Platzwechsels der Ionen im Kristallgitter fester Salze ist aus der elektrischen Leitfähigkeit berechenbar. Die Selbstdiffusionskonstante der Ionen im Steinsalz beträgt bei 20° kaum  $3 \times 10^{-18}$ , dicht am Schmelzpunkt aber bereits  $14 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \text{ Tag}^{-1}$ ; bei Bleichlorid  $8 \times 10^{-8}$  bei Zimmertemperatur und  $2,7 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \text{ Tag}^{-1}$  30° unterhalb seiner Schmelztemperatur. Bei diesem Salz kann mittels radioaktiver Indikatoren (eines aktiven Bleisotops) die Diffusionsgeschwindigkeit experimentell bestimmt werden; gefunden  $2,9 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \text{ Tag}^{-1}$  30° unterhalb seiner Schmelztemperatur. Bei Hinzuziehung der Diffusionsgeschwindigkeit und der Leitfähigkeit in geschmolzenem Bleichlorid ergibt sich für letzteres eine sehr weitgehende elektrolytische Dissoziation. SWINNE.

**H. Geiger.** Über unsere heutigen Vorstellungen vom Bau der Atome. Elektrot. Umsch. 8, 213—217, 1920. [S. 1185.] SWINNE.

**Ledoux-Lebard et A. Dauvillier.** Sur la distance réticulaire de la calcite et son influence sur la détermination de  $h$ . C. R. 169, 965—967, 1919. [S. 1186.] ERFLE.

**F. W. Aston.** The Constitution of Atmospheric Neon. Phil. Mag. (6) 39, 449—455, 1920. [S. 1186.] GLOCKER.



**Hahn und Lise Meitner.** Über die Anwendung der Verschiebungsregel auf gleichzeitig  $\alpha$ - und  $\beta$ -Strahlen aussendende Substanzen. *ZS. f. Phys.* 60—70, 1920. Bekanntlich folgt aus der Verschiebungsregel, daß bei  $\alpha$ -Strahlenmission die Kernladungszahl des entstehenden Elementes um zwei Einheiten kleiner, bei  $\beta$ -Strahlenmission um eine Einheit größer ist als die des sich umwandelnden Mutterelementes.

Man gibt es drei radioaktive Substanzen, bei denen neben der  $\alpha$ -Strahlung auch eine wohl definierte  $\beta$ -Strahlung nachgewiesen wurde, und zwar beim Radium, beim Radioaktinium und beim Radiothor. Trotzdem ist bei allen drei Substanzen nur das der Strahlung entsprechende Umwandlungsprodukt bekannt.

Die Verf. untersuchten, ob sich die der  $\beta$ -Strahlenmission zugehörigen Umwandlungsprodukte vorfinden und nachweisen ließen. Beim Radium müßte dieses Umwandlungsprodukt ein Isotop des Aktiniums sein, beim Radioaktinium und Radiothor ein Isotop des Protaktiniums. Aus der Intensität der  $\beta$ -Strahlung kann man abschätzen, daß beim Radium und beim Radioaktinium die  $\beta$ -Umwandlung in der Größenordnung von 60 Proz. liegen müßte.

Die Versuche verliefen in allen Fällen absolut negativ. Die gefundenen Aktivitätswerte waren etwa 10 000 mal kleiner als die zu erwartenden.

Es ergibt sich somit das Resultat, daß von den genannten Substanzen wohl definierte Strahlen zum Teil von über 60 Proz. Lichtgeschwindigkeit ausgesendet werden, ohne daß damit eine Atomumwandlung verbunden zu sein scheint. Man muß also annehmen, daß diese  $\beta$ -Strahlen nicht aus dem Kern stammen. Doch ist auch diese Annahme mit großen Schwierigkeiten verbunden, da die Frage, woher diese  $\beta$ -Strahlen ihre Energie erhalten, ungelöst bleibt. Eine Übertragung von seiten der gleichzeitig emittierten  $\alpha$ -Strahlen kommt wegen der sehr viel größeren Geschwindigkeit der Strahlen gegenüber der der  $\alpha$ -Strahlen nicht in Betracht. MEITNER.

**Greinacher.** Zur Messung der Radiumemanation in Quellwässern. *Phys. ZS.* 21, 270—272, 1920. Der Verf. beschreibt ein Verfahren, das gestattet, in kleinen Meßgefäßen Bestimmungen des Gehaltes an Emanation bei möglichst großer Meßempfindlichkeit durchzuführen. MEITNER.

**Jois F. Kovarik.** A statistical method for studying the radiations from radioactive substances and the X-rays and its application to some  $\gamma$ -ray problems. *Proc. Nat. Acad.* 6, 105—107, 1920. Die Geigersche Zählmethode korpuskularer Strahlen durch Auslösung von Spitzenentladungen ist vom Verf. zusammen mit McKeehan mehrfach benutzt worden; zuletzt in Verbindung mit einer Hochvakuumverstärkerröhre und einem Chronographen (*Phys. Rev.* 13, 272, 1919). Diese Anordnung eignet sich mehr zur Zählung von Röntgen- oder  $\gamma$ -Strahlenimpulsen. In ihr wurde die Frage behandelt, ob eine über Materie hinweggehende Kugelwelle an verschiedenen Teilen der gleichen Wellenfront eine gleichzeitige Elektronenaussendung hervorruft. Zu diesem Behufe wurden zwei getrennte Zählkammern in gleichen Abständen von der  $\gamma$ -Strahlenquelle in verschiedenen Lagen aufgebaut und ergaben nie eine gleichzeitige Erregung. Das inverse Abstandsquadratgesetz wurde festgestellt, auch die Zunahme der Zahl der Erregungen bei Zunahme der Zählkammerwandstärke, sowie des Atomgewichts des Wandmaterials. Diese Ergebnisse werden im Sinne der Energieaufspeicherungstheorie sowie der Auslösungstheorie erörtert. (Die Zählversuche von Swinney und Lawson sind dem Verf. erst nachträglich zur Kenntnis gelangt.) SWINNEY.

**Kröncke.** Ein rechnerisches Verfahren zur Ermittlung des Spektrums der Röntgenstrahlen. *Phys. ZS.* 21, 220—222, 1920. Es wird ein einfaches rech-

nerisches Verfahren beschrieben, welches gestattet, aus Absorptionsmessungen durch sukzessive Annäherung ein Bild der spektralen Energieverteilung einer Röntgenstrahlung zu gewinnen.

HERTZ.

**Manne Siegbahn und K. A. Wingårdh.** Eine Methode für Intensitätsmessungen bei Röntgenstrahlen nebst einigen vorläufigen Absorptionsbestimmungen. Phys. ZS. **21**, 83—88, 1920. Die Methode ist eine Nullmethode und besteht darin, daß zwei monochromatische vom selben Punkte der Antikathode eines Röntgenrohrs kommende Strahlen in zwei verschiedenen Ionisationskammern zur selben Intensität abgeglichen werden. Zur Zerlegung des Röntgenlichtes dienen zwei gegeneinander drehbare Halbspektrometer mit je zwei regulierbaren Spalten vor dem Kristall und einem ebensolchen dicht vor der Ionisationskammer. Die Kammern waren in üblicher Weise entgegengesetzt gleich geladen und die isolierten Elektroden untereinander und mit dem als Nullinstrument dienenden Elektrometer verbunden. In den Gang des einen Strahls war eine verstellbare rotierende Sektorenscheibe eingeschaltet, deren Rotationsgeschwindigkeit so langsam gewählt wurde, daß auf jede Öffnungsdauer eine genügende Anzahl Stromstöße des zum Betriebe des Rohrs benutzten 100periodigen Wechselstroms entfielen. Mit dieser Einrichtung wurden Absorptionsmessungen in der Weise vorgenommen, daß zunächst beide Strahlen auf genau gleiche Intensität gebracht wurden, dann eine absorbierende Substanz in den Gang des einen Strahls eingeschaltet und mit Hilfe des rotierenden Sektors wieder auf gleiche Intensität eingestellt wurde. Es werden die Resultate von vorläufigen Messungen an Kupfer und Aluminium angegeben. Die Werte des Absorptionskoeffizienten bei Kupfer für Wellenlängen von 0,484 bis 0,776 Å.-E. lassen sich innerhalb der etwa 1 Proz. betragenden Meßgenauigkeit durch die Gleichung  $\mu = 10,5 \cdot \lambda^{2,9} \cdot 10^2$  darstellen und schließen sich sehr gut an die bei kürzeren Wellen gemessenen Werte von Hull und Rice an. Die für Aluminium im selben Wellenlängenbereich erhaltenen Werte lassen sich durch die Gleichung  $\mu = 3,42 \lambda^{2,70}$  darstellen. Zum Schluß wird die von Barkla gefundene  $j$ -Absorption besprochen. Die Verf. gelangen zu dem Ergebnis, daß aus dem bisher vorliegenden experimentellen Material auf die Existenz eines solchen kurzwelligen Absorptionssprunges nicht geschlossen werden kann.

HERTZ.

**H. M. Dadourian.** Soft X-rays. Phys. Rev. (2) **14**, 234—246, 1919. Die von einer Platin-Antikathode beim Auftreffen von Kathodenstrahlen geringer Geschwindigkeit ausgehenden Röntgenstrahlen werden durch die Messung der Zahl und der Geschwindigkeitsverteilung der von ihnen an einer Messingplatte ausgelösten Elektronen untersucht. Die Kathodenstrahlen gingen von einer Oxydkathode aus und wurden durch Spannungen von 20 bis 1000 Volt beschleunigt. Um zu verhindern, daß Elektronen direkt in den Beobachtungsraum gelangten, hatten die Röntgenstrahlen ein transversales elektrisches Feld zu durchlaufen, dessen Schutzwirkung durch besondere Versuche kontrolliert wurde. Die Messingplatte, an welcher die Sekundärelektronen ausgelöst wurden, befand sich innerhalb eines Käfigs aus doppeltem Drahtnetz. Es ergab sich zunächst in Übereinstimmung mit den Versuchen von Dember das Auftreten von Röntgenstrahlen schon von 20 Volt an. Durch Messung des bei verschiedenen verzögernden Spannungen zwischen Platte und Drahtnetzen fließenden Stromes konnte für eine gegebene primäre Kathodenstrahlspannung die Geschwindigkeitsverteilung der „radioelektrisch“ ausgelösten Elektronen bestimmt werden. Es ergaben sich Kurven, welche den beim Photoeffekt erhaltenen ähnlich sind und welche zeigen, daß die Zahl derjenigen Elektronen, welche eine dem  $h\nu$ -Gesetz entsprechende Geschwindigkeit besitzen, verschwindend klein ist. Durch besondere Versuche, bei



den die einzelnen Drahtnetze und die äußeren Wandungen des Beobachtungsraumes geeignete Spannungen gebracht wurden, konnte der Einfluß der an der Platte streuten Strahlung untersucht und festgestellt werden, daß Ionisation von Gasen keine Rolle spielte. Von besonderem Interesse sind die Kurven, welche den "radioelektrischen" Strom als Funktion der primären Kathodenstrahlspannung angeben. Sie zeigen drei deutliche Maxima bei 400, 580 und 800 Volt, von welchen die beiden ersten einer langwelligen charakteristischen Strahlung der Platin-Antikathode, das dritte der  $L$ -Strahlung von Kupfer zugeschrieben wird. Es ergibt sich also hier die Möglichkeit, langwellige charakteristische Strahlungen in dem der Spektroskopie nicht zugänglichen Gebiete zu untersuchen.

HERTZ.

**William Duane and Kang-Fuh-Hu.** On the critical absorption and characteristic emission X-ray-frequencies. Phys. Rev. (2) **14**, 369—375, 1919. Mit Hilfe eines mit einer Hochspannungsbatterie betriebenen Coolidge-Rohres und eines Elektrometers mit Kalkspatkristall und Ionisationskammer wurde zunächst für Jod die Wellenlänge der Absorptionsbandkante der  $K$ -Serie und die kritische Ionisationsfrequenz gemessen, erstere durch Absorption in Jodkalium, letztere, indem die Ionisationskammer mit Joddampf gefüllt wurde und der plötzliche Anstieg der Ionisation bei der kritischen Wellenlänge beobachtet wurde. Es ergab sich für die der kritischen Ionisationsfrequenz entsprechende Wellenlänge  $\lambda_c = 0,3736 \cdot 10^{-8}$  cm. Die Wellenlänge der Absorptionsbandkante stimmt innerhalb der höchstens  $\frac{1}{10}$  Proz. betragenden Fehlergrenze hiermit überein. Ferner wurde durch Messungen an einer Coolidge-Röhre mit Rhodium-Antikathode die Wellenlänge der  $K_{\beta}$ -Linie mit der der Absorptionsbandkante der  $K$ -Serie verglichen mit dem Resultat, daß die kritische Absorptionswellenlänge von etwa  $\frac{1}{4}$  Proz. kleiner ist als die der  $K_{\beta}$ -Linie.

HERTZ.

**Georg Bohlin.** Eine neue Anordnung für röntgenkristallographische Untersuchungen von Kristallpulver. Ann. d. Phys. (4) **61**, 421—439, 1920. Die vom Verf. unabhängig gefundene Methode ist identisch mit der von Seemann angegebenen (diese Ber. **1**, 228, 1920). Sie wird benutzt zur Ermittlung der Raumgitter von Th, Ni und Mg. Als Resultat ergibt sich, daß Th und Ni flächenzentrische Gitter besitzen. Mg ist aus drei ineinander geschalteten einfachen hexagonalen Gittern aufgebaut.

HERTZ.

**Arkadijew.** Magnetisierungskoeffizienten der Gestalt, des Stoffes und des Körpers. Journ. d. Russ. Phys.-Chem. Ges., Phys. T., **46**, 22—56, 1914 (russisch). Der Verf. führt gewisse körperliche Magnetisierungskoeffizienten  $\kappa_1$  und  $\mu_1$  ein, welche durch die äußere Feldstärke  $H$  die Magnetisierung des Körpers unmittelbar darstellen können:  $J = \kappa_1 H$  und  $B = \mu_1 H$ . Dabei werden als Formfaktoren des Körpers  $n$  die bekannten Entmagnetisierungskoeffizienten  $n$  die Gestaltssuszeptibilität  $\chi = \frac{1}{n}$  und die Gestaltsp permeabilität  $m = \frac{4\pi}{n}$  herbeigezogen, die die Grenzwerte der körperlichen Magnetisierungskoeffizienten darstellen:

$$\kappa = \lim_{\kappa \rightarrow \infty} \kappa_1 \quad \text{und} \quad m = \lim_{\mu \rightarrow \infty} \mu_1.$$

Magnetisierungskoeffizienten verschiedener Körper lassen sich mittels der folgenden Formeln berechnen:

$$\kappa_1 = \frac{\kappa}{1 + \kappa} \quad \text{und} \quad \mu_1 = \frac{m\mu}{m + \mu - 1}.$$

Es wurde gezeigt, daß zwischen den axialen Gestalts- und Körperpermeabilitäten eines dreiachsigen Ellipsoids der Zusammenhang

$$\frac{1}{m_a} + \frac{1}{m_b} + \frac{1}{m_c} = 1, \quad \frac{1}{\mu_a} + \frac{1}{\mu_b} + \frac{1}{\mu_c} = \frac{\mu + 2}{\mu}$$

existiert. Für ferromagnetisches Material genügt oft der genäherte Ausdruck:

$$\mu_1 = m \left( 1 - \frac{m-1}{\mu} \right),$$

der z. B. die körperliche Permeabilität eines Zylinders sehr leicht zu berechnen gestattet. Nach den Angaben von Ch. R. Mann (1895) läßt sich eine Tabelle der Werte  $m$  des Zylinders berechnen:

$A$	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	25	30	40
$m$	18	24	30	35	42	50	64	81	98	118	140	200	273	458

wobei  $A$  das Verhältnis der Länge zum Durchmesser darstellt. Es wurde gezeigt, daß die Mannschen Werte für Drahtbündel denjenigen der massiven Zylinder von derselben Länge  $A$  gleich sind, was zur Berechnung, z. B. von Induktionskoeffizienten, der Kerne von Induktorien wichtig ist. Zur Bestimmung des Maximums der Entmagnetisierungsenergie des Körpers wurde eine Bedingung gefunden, der gemäß  $H$  gleich  $2h$  sein muß, wobei  $h = H \frac{m}{m + \mu - 1}$  das innere, den Stoff magnetisierende

Feld darstellt. Aus diesen Beziehungen folgt leicht, daß  $m = \mu - 1$ , woraus sich die Regel zur Berechnung der am meisten ökonomischen Form des Körpers ergibt. In dieser Arbeit sind noch die Formeln zur Berechnung der  $m$  für Ellipsoide, Zylinder und festgeschlossene magnetische Kreise zusammengestellt.

W. ARKADIEW.

**T. J. Pa. Bromwich.** Electromagnetic waves. Phil. Mag. (6) 38, 143—164, 1919. Eine Lösung der Maxwellschen Gleichungen in einem homogenen isotropen Dielektrikum für allgemeine orthogonale Koordinaten wird gegeben und behauptet, daß die aufgestellten Formeln alle anderen bekannten Lösungen der elektromagnetischen Wellenausbreitungen enthalten.

Im einzelnen zeigt der Verf. in § 3 der Abhandlung durch Übergang auf sphärische Polarkoordinaten die Übereinstimmung mit einer von Love aufgestellten Form (Phil. Trans. A. 197, 10, 1901).

In § 4 wird das Feld eines schwingenden Elektrons beschrieben und der Strahlungsbetrag berechnet.

In § 5 werden die allgemeinen Formeln durch Annahme eines rein sinusförmigen zeitlichen Verlaufes eingeschränkt. Die gefundenen Lösungen (in sphärischen Polarkoordinaten) stimmen inhaltlich überein mit denen von Nicholson und Mie aufgestellten [Phil. Mag. (6) 13, 259, 1907; Ann. d. Phys. (4) 25, 382, 1908].

In § 6 wird die Äquivalenz dieser Lösungen mit den in Cartesischen Koordinaten von Lamb gegebenen gezeigt [Proc. Lond. Math. Soc. (1) 13, 51, 1881].

In § 7 beweist der Verf. schließlich, daß seine allgemeinen Formeln die Lösungen mit einer Symmetrieachse (Hertz und Fitzgerald) einschließen und auch zu den Lösungen für die Wellenausbreitung an zwei parallelen Drähten führen. OTTO BETZ.

**Pauthenier.** Les retards absolus dans le phénomène de Kerr. C. R. 170, 101—103, 1920. Um die Störungen des Kerreffekts durch Joulesche Wärme und Elektrostriktion zu vermeiden, beobachtet Verf. ähnlich wie Aeckerlein, indem er sowohl den Kondensator wie die Lichtquelle mit elektrischen Schwingungen betreibt. 50mal pro Sekunde wird der Kondensator geladen, ein Millionstel Sekunde darauf die



unkenstrecke in Tätigkeit gesetzt und nach einem Hunderttausendstel Sekunde der Kondensator entladen. Die Zeiten sind nach Meinung des Verf. zu kurz, als daß sich obengenannten Fehlerquellen ausbilden können. Er findet bei Nitrobenzin die identische Welle beschleunigt, die außerordentliche um einen größeren Betrag verlangsamt.

STUMPF.

**authenier.** Le rapport des retards absolus dans le phénomène de Kerr. R. 170, 803—805, 1920. Erweiterung obiger Versuche durch Variation des Zeitraumes zwischen Ladung des Kondensators und Belichtung. Für kleinere Zeitintervalle nähert sich der Wert  $\frac{n_1 - n}{n_2 - n}$  der Zahl  $-2$ , welche von der Orientierungstheorie erfordert wird.

STUMPF.

**atyendra Ray.** A Note on the Equivalent Shell of a Circular Current. Phil. Mag. (6) 39, 134—145, 1920. Verf. betrachtet die Analogie zwischen elektrischen und magnetischen Feldern, wie sie in den Maxwell'schen Gleichungen zutage tritt. Von der bekannten Annahme, daß ein elektrischer Kreisstrom äquivalent einer magnetischen Doppelschicht, kommt er zu der Vorstellung, daß einem magnetischen Kreisstrom eine elektrische Doppelschicht entsprechen müsse. Durch eine geistvolle Anordnung wird diese Vorstellung experimentell nachgeprüft und als richtig erwiesen. Ein gußeisernes Schwungrad wird radial magnetisiert, so daß sein Umfang den einen und die Achse den anderen Pol bildet. Bringt man dieses Rad in Rotation, so ist damit ein magnetischer Konvektionsstrom gegeben; dieser Strom ist äquivalent einer elektrischen Doppelschicht, die mit der Fläche des Rades zusammenfällt. Mit Hilfe von zwei Schleifbürsten, die mit einem hochempfindlichen Galvanometer in Verbindung sind, läßt sich die elektrische Belegung nachweisen, und zwar entsteht ein dauernder Strom, solange das Rad umläuft; die Stärke des Stromes ist proportional der Umlaufgeschwindigkeit und wird um so größer, je mehr die Bürsten der magnetischen neutralen Zone genähert sind. Durch diesen Versuch glaubt Verf. die vollständige Analogie zwischen elektrischen und magnetischen Vorgängen bewiesen zu haben und behauptet diese Analogie rechnerisch eingehend durch. Er kommt zu dem Schluß, daß man sich die elektromagnetischen Vorgänge einheitlich vorstellen kann, wenn man als Grundlage eine unzertrennliche Kombination von einem Elektron mit der Ladung  $e$  und einem Magnetpol von der Stärke  $m$ , ein sogenanntes „elektromagnetisches Duplet“, annimmt, die in gleichen Bahnen, aber entgegengesetzter Richtung rotieren, wobei das kreisende Elektron ein Magnetfeld und der kreisende Magnetpol ein elektrisches Feld hervorrufen. Für den Zusammenhang zwischen den Größen  $e$  und  $m$  wird gefunden  $e/K = m/\sqrt{\mu}$ , wo  $K$  die Dielektrizitätskonstante und  $\mu$  die Permeabilität des umgebenden Mediums ist. Für den Radius dieses Elektrons wird der unwahrscheinlich kleine Wert von  $10^{-43}$  gefunden.

BOEDEKER.

**Romanoff.** Über eine Methode der Erregung und über die Dämpfung der kurzen elektrischen Wellen an Drähten. Journ. d. Russ. Phys.-Chem. Ges., n. T., 50, 57—133, 1918 (russisch). Der Verf. untersucht die Dämpfung der Schwingungen ( $50 < \lambda < 100$  cm), die er nach der Methode von A. Colley (Phys. ZS. 10, 29, 1909) an zwei parallelen Drähten von verschiedenen Metallen erzeugt; der Drahtabstand war gleich 15 mm, der Drahtdurchmesser 1 mm. Der Dämpfungskoeffizient der Schwingungen, die an einem an den Drähten durch zwei Brücken ausgeschnittenen Rechteck auftreten, besteht aus drei Teilen, die von verschiedenen Ursachen herrühren:  $\delta_J$ , von Joulescher Wärme,  $\delta_H$ , von Hertz'scher Ausstrahlung,  $\delta_M$ , von dem Übergang der Energie durch die Brücken. Der Verf. hat gefunden, daß man  $\delta_M$  durch

die entsprechenden Dimensionen der Colleyschen Plattenbrücke verkleinern kann, wozu die Brücke aus einer runden ( $D = 50$  cm) oder quadratischen Kupferplatte ( $40 \times 40$  cm) (von der Größenordnung der Wellenlänge) bestehen muß. In der Mitte der Platte sind zwei kleine Öffnungen im Abstand von 15 mm angebracht, in denen zwei kleine enge Messingröhrchen zur Einführung den Drähten angelötet sind. Die Koppelung mit den benachbarten Teilen der Drähte kann man durch das mit einem Schirm verdeckbare Fenster ausführen ( $2 \times 3$  cm), das in der Nähe der Röhrchen ausgeschnitten ist. Das Thermolement ist zwischen den Röhrchen (nach Rukop) ausgespannt. Mittels dieser Anordnung kann man  $\delta_M$  willkürlich klein machen und die Dämpfung fast auf  $\delta_D$  zurückführen; dabei beträgt  $\delta_H$  weniger als 11 Proz. von  $\delta_D$ . Nach diesem Prinzip ist vom Verf. ein Apparat konstruiert, den er als Spektrometer bezeichnet, und der reine, schwach gedämpfte elektrische Wellen von beliebiger Dämpfung und Länge (im Bereich zwischen 50 und 100 cm) an zwei parallelen Drähten zu erzeugen gestattet. Die absolute und relative Wellenlänge kann man mit der Genauigkeit von 0,03 bzw. 0,01 Proz. bestimmen und das logarithmische Dekrement bis auf 0,005 zurückführen.

W. ARKADIEW.

**H. G. Möller.** Quantitative Behandlung der Schwingungen im Röhrengenerator mit Hilfe der Schwingkennlinien. Jahrb. d. drahtl. Telegr. 14, 326—360, 1919. Der Verf. stellt sich die Aufgabe, für eine Eingitterröhre als Wechselstromerzeuger mit Fremderregung oder Selbsterregung folgende Fragen zu lösen: Gegeben sind der Sättigungsstrom, die Anodengleichspannung, die Gittergleichspannung, der aus  $L$ ,  $C$  und  $R$  bestehende Schwingungskreis in der Anodenleitung in üblicher Schwungradschaltung, eine (fremderregte) Gitterwechselspannung oder eine Rückkoppelung; gesucht sind für die verschiedenen Variationen von Kreis, Rückkoppelung oder Fremderregung (letztere auch nach Frequenz und Amplitude variabel) die entstehende Frequenz, Bedingungen für eine stabile Frequenz, die Amplituden und Phasen für die drei Wechselstromgrößen: Gitterspannung, Anodenspannung, Anodenstrom, die Leistung, der Wirkungsgrad, die Bedingungen für stabile Amplitude, Springen, Abreißen, sowie der Anschwing- und Abklingvorgang. Es werden zunächst die Kennlinien vom Gesamtstrom, Anodenstrom und Gitterstrom diskutiert, und daran wird dargetan, daß infolge der nichterfaßbaren Form eine Behandlung obiger Probleme durch Differentialgleichungen nicht zugänglich ist. Der Verf. kommt daher zu der Darstellungsweise durch die „Schwingkennlinien“.

Es sind das Kurven, die zur Abszisse die Amplitude der (sinusförmigen) Gitterspannung, zur Ordinate die dazugehörige Anodenstromamplitude für einen bestimmten Kreiswiderstand  $\Re = \frac{L}{CR}$  haben. Sie werden folgendermaßen errechnet: Eine bestimmte

Gitterwechselspannung und eine bestimmte Anodenwechselspannung werden angenommen, hieraus unter Benutzung der Gleichstromkennlinien der Anodenstrom graphisch gewonnen, daraus durch Fouriersche Zerlegung die Amplitude der Grundfrequenz. Dies gibt einen Punkt der Schwingkennlinienscharen. Der notwendige Widerstand  $\Re$  ergibt sich aus dem Verhältnis von Anodenspannungs—Amplitude zu Anodenstrom—Amplitude. Hat man so eine größere Anzahl Punkte gefunden, so ordnet man sie nach gleichem  $\Re$  und erhält eine Kurvenschar mit Parameter  $\Re$ . Jede solche Schwingkennlinie hat ein Maximum, das die größte Leistung für diesen Widerstand angibt, sämtliche Maxima einer Schar haben ein Extramaximum, welches die beste Leistung auf den besten Widerstand, genannt Grenzwiderstand, darstellt. Eine solche Schwingkennlinienschar gilt nur für eine Heizung, eine Anoden- und eine Gittergleichspannung. Es wird gesagt, daß, wenn das Organ im Anodenkreis eine phasen-



erschobene Komponente enthält, andersartige Schwingkennlinienscharen aufgestellt werden müssen, die  $R$  und  $\varphi$  gesondert enthalten.

Der Verf. gibt dann Anhaltspunkte für die Stabilität der Frequenz und der Amplitude bei der rückgekoppelten Selbsterregerschaltung. Die Frequenz ist stabil, wenn der erregende und durch Rückkoppelung wieder erregte Anodenstrom genau in Phase ist, und wenn bei einer Erhöhung der Frequenz eine Nacheilung, bei Erniedrigung eine Voreilung aufträte (Phasenbilanz). Das ist bei wenig gedämpften Kreisen für die Frequenz  $n = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  mit großer Annäherung erfüllt. Eine Schaltung mit

gleichmäßig belasteten  $L$ - und  $C$ -Zweigen und symmetrischer Rückkoppelung aus beiden Zweigen gibt die exakteste Phasengleichheit und daher Stabilität der Frequenz. Die Stabilität der Amplitude ist dann vorhanden, wenn bei einem gewissen Schwingungsleistungsverbrauch im Kreis gerade durch Rückkoppelung dieselbe Leistung zugeführt wird. Andernfalls müssen bei überwiegender Zufuhr die Schwingungen ansteigen, bei überwiegendem Verbrauch abklingen (Leistungsbilanz). Die Amplitudenänderungen lassen sich gut darstellen, wenn zu der betreffenden Schwingkennlinie die „Rückkoppelungslinien“ eingezeichnet werden, die gerade Linien durch den Koordinatenursprung mit der Neigung  $i_A/e_g$  sind. Die Neigung ist gleich reziproker Rückkoppelung. Dann hat man folgende Gesetzmäßigkeiten:

Möglich sind nur die Amplituden, die zu den Schnittpunkten der Schwingkennlinien und der Rückkoppelungsgeraden gehören.

Es gibt stabile und labile Schnittpunkte, mehrere Schnittpunkte können gleichzeitig vorhanden sein.

Stabil ist die Amplitude in den Punkten, in denen die Rückkoppelungsgerade steiler ist als die Schwingkennlinie.

Einsetzen der Schwingungen ist nur möglich, wenn die Rückkoppelungsgerade im Koordinatenanfangspunkt weniger steil ist als die Schwingkennlinie. (Die Schwingkennlinien gehen ebenfalls durch den Anfangspunkt, jedoch gehen diejenigen mit dem kleinsten Null erst ein Stück auf der X-Achse entlang. Bei einer solchen Kurve ist also nur bei unendlich großer Rückkoppelung ein Einsetzen denkbar, d. h. überhaupt nicht.)

Ist die Schwingkennlinie im Anfangspunkt konvex, so gehen die Schwingungen mit Vergrößerung der Rückkoppelung allmählich an, ist sie konkav, so springen sie bis zum ersten stabilen Punkt an.

Schneidet die Rückkoppelungsgerade die Schwingkennlinie mehrmals, so daß beim Ändern der Rückkoppelung die Rückkoppelungsgerade die Schwingkennlinie tangierend verläßt, so tritt Springen nach oben oder unten ein.

Ist außer der Rückkoppelung eine Fremderregung gleicher Phase vorhanden, so ist die Rückkoppelungsgerade durch den Endpunkt der fremderregten Gitterspannung auf der Abszissenachse zu legen. Dies ist z. B. der Fall beim Audionrückkoppelungsempfänger. Durch diesen fremderregten Zusatz können große Amplitudenänderungen entstehen.

Weiter wird der Aufschwingvorgang diskutiert, indem ein negatives Dämpfungsglied eingeführt wird, das von den Kreisgrößen und der Rückkoppelung abhängt. Es ist während des Aufschwingens variabel und wird im stabilen Punkte Null.

Weiter werden für eine Senderschaltung, bei der das natürliche Kreisdekrement nicht klein ist, die Belastung auch in einem Zweig allein liegt, Anhaltspunkte für Änderung der Frequenz mit Heizung und Spannung gegeben.

Schließlich werden die Amplituden der Oberwellen für einen bestimmten Fall ausgerechnet.

RUKOP.

**H. Barkhausen und K. Kurz.** Die kürzesten, mit Vakuumröhren herstellbaren Wellen. Phys. ZS. **21**, 1—6, 1920. Die Verff. geben eine ausführliche Untersuchung der störenden elektrischen Schwingungen, die bei einer der bekannten Vakuummeßschaltungen für Glühkathoden—Eingitterröhren entstehen. Es handelt sich um die Schaltung mit stark positivem Gitter (z. B. + 220 Volt) und schwach negativer Anode (etwa — 5 Volt), in der als Maß der Gasreste der Strom positiver Träger in der Anodenleitung dient.

Es treten in der Anodenleitung oft bis zu — 100 Volt Anodenspannung noch Elektronenströme auf, die nur durch elektrische Schwingungen zustande kommen können. Eine Untersuchung der Schwingungen mit Hilfe Lecherscher Drähte ergab bei Gitterspannungen von 120 bis 240 Volt sehr kleine Wellenlängen, nämlich 1,30 bis 2,70 m. Die Verff. legen dar, daß die Schwingungen nicht die eines in der Schaltung enthaltenen Systems sind, sondern daß sie durch das Hin- und Rückfliegen der Elektronen in dem abwechselnd beschleunigenden und bremsenden Feld Kathode—Gitter—Anode zustande kommen. Eine Überschlagsrechnung ergibt, daß die Wellen-

länge zu  $\lambda = \frac{1000 d_A}{\sqrt{E_g}}$  geschätzt werden kann ( $d_A$  ist der Abstand Anode—Kathode,

$E_g$  die Gittergleichspannung, die Anodengleichspannung ist hier als Null angenommen), wenn man eine mittlere Geschwindigkeit für die Elektronen aus der Geschwindigkeit Null in den Umkehrpunkten und der der Gitterspannung entsprechenden Maximal-

geschwindigkeit  $v_{max} = \sqrt{2 \frac{e}{m} E_g}$  annimmt. Die hiernach berechneten Wellenlängen stimmen mit den gemessenen sowohl dem Gang mit der Spannung nach als der absoluten Größe nach durchschnittlich gut überein. Die immerhin vorhandenen Abweichungen sind wohl auf die mathematisch nicht genau zu berücksichtigende Röhrenform, sowie besonders auf die die Wellenlänge verkleinernden Raumladungen an Kathode und Anode zurückzuführen, wie ja die Abweichungen stets in dem Sinne: berechnete Welle länger als gemessene, liegen.

Es wird von bisher kürzesten erreichten Wellen von 43 cm berichtet, sowie eine Kalkulation zur Erreichung von 10 cm gegeben. Ferner werden Versuche mit Strahlung, gerichtetem Sender und Empfang, Ortsbestimmung und Reichweitenmessung mitgeteilt, wobei sich die bekannten Eigentümlichkeiten der Strahler wiederfinden. Als Indikator wurde bei den Messungen ein Detektorkreis mit Unterbrechungskontakt in Hörfrequenz verwendet.

RUKOP.

**H. Rukop.** Die Hochvakuum—Eingitterröhre. Jahrb. d. drahtl. Telegr. **14**, 110—146, 1919. Der Verf. diskutiert im ersten Abschnitt die Konstanten der Eingitterröhre mit Hochvakuum—Glühkathodenentladung, insbesondere die beiden wichtigsten,

$K$  und  $a$ , analog der Langmuirschen Gleichung:  $i = \frac{1}{K} (e_g + a e_A)^{3/2}$ . Die Messung und die Anomalien der Konstanten werden angegeben, weitere Konstanten bezüglich der Stromverteilung als weniger wichtig bezeichnet.

Im zweiten Abschnitt wird die Röhre als Verstärker bei kleinen Amplituden behandelt, und zwar als Leistungsverstärker mit Transformatoren. Es wird gezeigt, daß der optimale äußere Widerstand für die Röhre

$$R_{opt} = \frac{2K}{3a\sqrt{E_g + aE_A}}$$



( $E_g$  bedeutet Gittergleichspannung,  $E_A$  Anodengleichspannung), daß bei dessen Verwendung die beste Leistung des Verstärkers

$$N_{opt} = \frac{3 \mathfrak{E}^2 \sqrt{E_g + a E_A}}{16 K a}$$

( $\mathfrak{E} \sin \omega t$  ist die zugefügte Gitterspannung), daß ferner bei etwa festliegendem  $K$ ,  $E_A$ ,  $E_g$  ein Optimum der Konstante  $a$  existiert von der Größe:

$$a_{opt} = -\frac{2 E_g}{E_A}.$$

Bei kleinen Amplituden liegt  $E_g$  insofern fest, als zur Vermeidung von Gitterstrom und dadurch zusammenbrechender Klemmenspannung des Vortransformators  $E_g$  nicht positiver als etwa  $-1,5$  Volt werden soll.

Der dritte Abschnitt enthält die Grundprinzipien der Röhre bei der Schwingungserzeugung. Er zeigt die Amplituden- und Phasenlage, insbesondere, daß bei voller Ausnutzung durchschnittlich die Amplituden des Anodenstromes gleich dem halben Sättigungsstrom, die der Anodenspannung gleich der Anodengleichspannung vermindert um die sogenannte Restspannung, die der Gitterspannung gleich der Sättigungsspannung ist, daß ferner Anodenstrom und Gitterspannung in Phase und gegen Anodenspannung beide um  $180^\circ$  verschoben sind. Der Begriff der Restspannung bedeutet, daß zur besten Ausnutzung der Röhre die Anodenspannung im kleinsten Wert, das ist gerade im Augenblicke größten Stromes, nicht unter einen bestimmten, von Röhren- und Sättigungsstrom abhängigen Wert, hier Restspannung,  $E_R$  genannt, heruntersinken darf, da sonst der Strom von der Anode zum Gitter abwandert. Die Restspannung ist ungefähr gleich der Sättigungsspannung. Der äußere Widerstand (Kreis-Schwungradschaltung) muß daher:

$$\Re \equiv \frac{\omega^2 L^2}{R} \equiv \frac{L}{C R} = \frac{2(E_A - E_S)}{I_S}$$

gewählt werden ( $E_S$  ist Sättigungsspannung,  $I_S$  Sättigungsstrom). Der Wirkungsgrad bei sinusförmigen Strömen und Spannungen wird maximal 50 Proz.; es werden an der Hand von Kurvendiagrammen mehrere Möglichkeiten gezeigt, den Wirkungsgrad auf 70 bis 90 Proz. zu bringen, einerseits durch Dimensionierung der Röhren und Spannungen (insbesondere durch kleinen Ruhestrom), anderseits durch Schaltungen zur Erreichung hervortretender Oberfrequenzen (Mäanderdiagramm).

Die Selbstentlastung der Röhre durch kleinen Ruhestrom beim Aussetzen der Schwingungen wird beschrieben.

Der vierte Abschnitt enthält die bei der Röhre auffallend liegenden Zusammenhänge zwischen innerem und äußerem Widerstand und dem Wirkungsgrad. Es wird zunächst gesagt, daß die Röhre als ein Generator aufgefaßt werden kann, der eine bestimmte EMK, nämlich Gitterwechselspannung dividiert durch  $a$ , liefert, und den inneren Widerstand

$$\Re_i = \frac{2 K}{3 a \sqrt{E_g + a E_A}}$$

besitzt, dessen gelieferte Stromamplitude und Klemmspannungsamplitude aber genaue maximale Grenzen haben. Deshalb ist es unabhängig von jedem inneren Widerstand notwendig, den äußeren Widerstand gleich maximale Stromamplitude durch maximale Spannungsamplitude zu machen, d. h. annähernd  $\Re = \frac{2 E_A}{I_S}$ . Der Wirkungsgrad

hängt wesentlich von der Kurvenform ab, nicht aber kann er durch Vergrößerung des äußeren Widerstandes gegen den inneren beliebig hoch gemacht werden, wie bei den gewöhnlichen Elektrizitätsquellen. Der Grund liegt darin, daß die genannte allgemeine Regel (äußerer Widerstand groß gegen inneren) zwar für den Wechselstromvorgang allein zuträfe, jedoch durch die verringerte Umsetzung von Gleichstromleistung in Wechselstromleistung im ganzen eine Herabsetzung des Wirkungsgrades eintritt. Es wird gezeigt, daß die Wechselstromvorgänge allein zur Beurteilung der Vorgänge in der Röhre ungeeignet sind, ferner wird gezeigt, daß die Betrachtungsweise der Röhre als wechselnder Widerstand (Momentenwiderstand) in Reihe mit einem Kreise und einer Batterie nur grobe Anhaltspunkte zu geben vermag, welche darin bestehen, daß zur Erreichung eines guten Wirkungsgrades der Momentenwiderstand zwischen einem gegen den Kreis sehr großen und einem dagegen sehr kleinen Wert wechseln soll, daß dieser Wechsel aber möglichst plötzlich stattfinden soll. Im allgemeinen wird die Betrachtung der Verlustkurve, d. h. der Kurve, die durch das Produkt von Gesamtstrom und Gesamtspannung in jedem Augenblick gebildet wird, zusammen mit den beiden letzteren als bestes Kriterium für einen Leistungsvorgang empfohlen.

Die genannten Bedingungen gelten sowohl für Fremderregung als für Selbsterregung. Im zweiten Falle ist infolge der Rückkoppelung der Röhrenwiderstand negativ. Es wird gezeigt, daß sich hier der negative Röhrenwiderstand dem aus vorgenannten Gründen notwendigen äußeren Widerstand anzupassen hat, d. h. der innere Widerstand muß durch richtige Einstellung der Rückkoppelung genügend negativ gemacht werden, und zwar muß für die normalen Schwingungserschaltungen das Kriterium lauten: der Betrag des negativen Widerstandes muß kleiner sein als der des positiven. Zur Definition der Rückkoppelung und des negativen Widerstandes sind zwei verschiedenartige Konstanten für die Rückkoppelung gewählt,  $k$  und  $k'$ . Die erstere bedeutet die Abhängigkeit der rückgeführten Gitterspannung von der Anodenspannung:  $e_g = k e_A$ , die zweite die Abhängigkeit vom Anodenstrom:  $e_g = k' i_A$ . Für den inneren (event. negativen) Widerstand ergeben sich die Ausdrücke (in denen  $Q = \frac{2K}{3\sqrt{E_g + aE_A}}$  ist):

$$\Re_i = \frac{Q}{a + k} \quad \text{und} \quad \Re_i = \frac{Q - k'}{a}.$$

Ferner wird errechnet, wie groß zum Einsetzen der Schwingungen die Rückkoppelung sein muß, nämlich:  $k = -\frac{Q}{\Re} - a$ , und  $k' = Q + a\Re$ . Hier zeigt sich, daß die beiden Rückkoppelungsmethoden etwas innerlich Verschiedenes sind, indem bei der  $k$ -Methode eine zusätzliche Dämpfung des Kreises das Einsetzen erschwert, bei der  $k'$ -Methode aber erleichtert. Es wird festgestellt, daß, solange der Ruhepunkt auf der  $e^{3/2}$  Kurve bleibt, eine Erhöhung der Gitter- als auch der Anodengleichspannung das Einsetzen begünstigt, daß jedoch in Abhängigkeit von  $a$  ein Optimum des Einsetzens eintritt. Das Optimum lautet:

$$a_{opt} = \sqrt[3]{\frac{K^2}{9\Re^2 E_A}} - \frac{E_g}{E_A},$$

und es ergibt sich daraus für eine voll ausgenutzte Röhre, d. h. für  $\Re = \frac{2E_A}{I_S}$ , daß zur Erreichung dieses Optimums der Ruhestrom ein Sechstel der Emission betragen soll:  $I_R = \frac{I_S}{6}$ . (Hier ist  $E_S$  gegen  $E_A$  vernachlässigt.)



werden noch einige Ausdrücke für den inneren Widerstand der Röhre im Arbeitsstande angegeben, welche die Mehrdeutigkeit der Definition des inneren Widerstandes dartun.

RUKOP.

**Ugi Puccianti.** Un risonatore aperto chiuso per lo studio delle onde elettro-dinamiche. Cim. (6) 19, 143—144, 1920. Der Verf. zeigt in einem Vorzuge einen Hertzschen Resonator für die üblichen Versuche mit kurzen Wellen, wie Reflexion, stehende Wellen usw., der die Vorteile geringer Dämpfung und guter Demonstrationsfähigkeit haben soll. Er besteht aus zwei gleichen voneinander isolierten aufgeschnittenen Kupferringen, die in kleinem Abstände voneinander liegen und fest gekoppelt sind. Diese Funkenstrecke liegt zwischen dem Ende des einen und dem Anfang des zweiten Ringes.

SCHWARZHAUPT.

**Glaue und H. Edler.** Über das Ziehen des Zwischenkreis-Röhrensenders. Jahrb. f. Elektrot. 9, 20—29, 1920. Das beim Röhrensender auftretende, für die Praxis sehr lästige „Ziehen“ wird beschrieben: Die Erfahrung zeigt, daß die beiden Koppelwellen hier nie gleichzeitig auftreten. Ändert man z. B. die Kapazität des Sekundärkreises von 0 aufwärts, so stellt sich bis über die Resonanzlage hinaus die längere Welle ein, bis ganz plötzlich die Schwingungen in den Takt der kürzeren Welle überspringen. Geht man mit der Kapazität von hohen Werten auf 0 zurück, so erhält man die kürzere Welle über die Resonanzlage hinweg bis zu merklich kleineren Werten zurück, um dann ebenso unvermittelt wieder in die andere Welle umzuschlagen. Die im zweiten Abschnitt kurz zusammengefaßte Wiensche Theorie der Schwingungen gekoppelter Gebilde genügt nicht, die Vorgänge restlos zu erklären. Daher erschien es nötig, zunächst an Hand von Versuchen ein Bild zu gewinnen.

Der Verf. bringen im dritten Abschnitt eine Reihe sehr guter Oszillogramme, aus denen sowohl das plötzliche Kippen der Frequenz wie auch einige hierbei beobachtene neue Erscheinungen sehr schön zu erkennen sind. Bei der gewählten gegebenen Frequenz von etwa 200 Per/sec. konnten die Vorgänge auch im Telefon beobachtet werden.

MÜHLBRETT.

**Seitz.** Über das Ziehen von Senderröhren. Jahrb. f. drahtl. Telegr. 15, 469—469, 1920. An Hand zahlreicher, durch Versuche erhaltener Kurven wird die Erscheinung des „Ziehens“ besprochen. Als Abszissen sind die Kapazitätswerte  $C_2$ , als Ordinaten die Stromstärken  $i_2$  des sekundären Schwingungskreises aufgetragen. Beobachtet man  $i_2$  einmal bei zunehmendem, dann bei abnehmendem  $C_2$ , so erhält man in der Regel zwei sich schneidende Kurven, die an der Grenze des Ziehbereichs springartig ineinander übergehen. Dieses Springen der Stromstärke ist bedingt durch gleichzeitiges Umschlagen der Frequenz, deren Verlauf durch beigesezte Zahlen auf den Kurven angedeutet wird. Besonders unangenehm ist es, wenn beide Kurven zusammenfallen; der Strommesser zeigt dann keinen Sprung an, während die Frequenz, die weniger bequem zu beobachten ist, springt. Dies tritt bei großer Kapazität im Primärkreis und bei hohem Antennenwiderstand auf. Je loser man die beiden Schwingungskreise koppelt, um so geringer wird der Sprung, da dann die beiden Koppelwellen näher zusammenrücken, und um so kleiner der Ziehbereich. In der Praxis wird empfohlen, die beiden Springpunkte zusammenzulegen und die Abstände beider Kurven weit auseinanderzurücken, indem man  $C_1$  groß macht gegen  $C_2$  und die Antenne eng koppelt. Die Schwierigkeiten infolge des Ziehens kann man ganz vermeiden, wenn man die Gitterrückkopplung aufhebt und die Röhre fremd erregt.

MÜHLBRETT.

**G. Preuner und L. Pungs.** Kalorimetrische Bestimmung des Wirkungsgrades von Senderöhren. Jahrb. f. drahtl. Telegr. 15, 469—479, 1920. Zur Ermittlung des Wirkungsgrades wird die Erklärung herangezogen:

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{zugeführte Röhrenleistung} - \text{Röhrenverlust}}{\text{zugeführte Röhrenleistung}}.$$

Es genügt danach, die Verluste in der Röhre mit einem Kalorimeter, die zugeführte (Gleichstrom-) Leistung im Anoden- und Heizkreis mit Präzisionsgeräten zu bestimmen. Durch Vorversuche wurde an einer Glühlampe die Genauigkeit der Wärmemessung zu 1,2 Proz. gefunden. Die Röhre wurde in ein weites Zinkgefäß versenkt, das mit Paraffinöl gefüllt war. Wirbelstromverluste traten in den Metallwänden nicht in merkbarer Größe auf, Strahlungsverluste wurden durch Abdecken der Oberfläche vermieden. Die Röhre arbeitete mit kapazitiver Rückkoppelung auf eine künstliche Antenne. Bei abgeschaltetem Schwingungskreis traten wilde Schwingungen sehr hoher Frequenz auf, die nach Änderung der Schaltung verschwanden.

Die Wirkungsgradbestimmung wurde nach zwei Verfahren geprüft. Einmal wurde die Dämpfung der Antenne elektrisch bestimmt und ein Unterschied der Leistung von etwa 2 Proz. gefunden, sodann wurde durch eine optische Temperaturmessung der Anodenbleche der Anodenverlust bestimmt und Abweichungen von etwa 2 Proz. erhalten, wobei allerdings die Verluste im Gitterkreis nicht berücksichtigt sind. Die gute Übereinstimmung spricht für die Anwendung des bequemeren optischen Verfahrens. MÜHLBRETT.

**J. Scott-Taggart.** The Use of Impedance, Capacity and Resistance Couplings in High-Frequency Amplifiers. Electrician 83, 221, 1919. Auszug aus einem Artikel in „Wireless World“. Der Verf. beschreibt zwei Typen von Hochfrequenzverstärkern. Die erste ist ein Zweiröhrenverstärker mit Widerstandskoppelung (75000 Ohm) zwischen den Röhren, deren beide die Audionschaltung haben, nämlich Gitterkondensator und Ableitungswiderstand von mehreren Millionen Ohm, so daß beide Röhren als Hoch- und als Niederfrequenzverstärker gleichzeitig wirken. Es wird erwähnt, daß der durch die Audionschaltung entstehende Niederfrequenzstrom in der ersten Röhre proportional dem Quadrat der zugeführten Gitterspannung ist, d. h. daß der Audiodetektor eine quadratische Empfindlichkeit hat.

Die zweite beschriebene Type ist ein Vierröhrenverstärker gleicher prinzipieller Schaltung, mit dem Unterschied, daß die erste Röhre keine Audionschaltung hat, sondern durch Gitterspannung auf reine Hochfrequenzverstärkung eingestellt ist, während die drei übrigen Röhren die Audionschaltung haben. Von der Anode der vierten Röhre nach dem Gitter der ersten ist eine Rückkoppelung angebracht, die wahlweise aus einem sehr kleinen Drehkondensator oder einem sehr hohen variablen Widerstand (10 Mill. Ohm) besteht. RUKOP.

**Marius Latour.** High Frequency Alternators. Radio Rev. 1, 491, 1920. Kurze Inhaltsangabe eines Vortrages. Der Vortragende bringt eine Einteilung der verschiedenen Hochfrequenzmaschinentypen, bespricht dann die Fragen des besten Wirkungsgrades, ferner der Tourenregulierungen, für deren beste Lösung er eine mechanische Kontakteinrichtung hält, schließlich die Bedingungen des Parallelarbeitens mehrerer Hochfrequenzmaschinen, die hauptsächlich in der Gleichheit von Reaktanz und Widerstand bestehen, zu erreichen durch einen Serienkondensator für jede Maschine. Es wird erwähnt, daß bei fortschreitender Verbesserung der Empfänger in der drahtlosen Telegraphie die jetzige Tourenregulierung der Maschinen nicht ausreicht. RUKOP.

**G. W. O. Howe.** The Generation of Large Powers at Radio Frequencies. Radio Rev. 1, 490—491, 1920. Der Verf. bespricht die jetzt üblichen Methoden zur



zeugung hochfrequenter Ströme großer Leistung für die drahtlose Telegraphie; kuckende Funken, gesteuerte Funken, Lichtbogen, verschiedenartige Hochfrequenzmaschinen mit und ohne Frequenzsteigerer, Röhren; er kommt zu dem Schluß, daß auch die Generatoren bald vereinheitlichen müssen, indem er auf einen ähnlichen Vordergang der Starkstromdynamos hinweist. Der Verf. ist der Ansicht, daß die maximalen Kilowattzahlen für Sendestationen (mehrere Hundert) schon erreicht wären, daß man mit den Leistungen wieder heruntergehen und dafür eine weitere Verfeinerung der Empfangsmittel vornehmen werde.

RUKOP.

H. Eccles. Wireless Telephony. Nature **105**, 519—522, 1920. Der Aufsatz enthält eine kurzgefaßte Darstellung der gebräuchlichen Methoden zur Beeinflussung von Schwingungstennenschwingungen im Rhythmus der Sprache.

SALINGER.

Richard Kornfeld. Strom- und Effektaufnahme in den drei Phasen des belasteten Drehstromtransformators mit unsymmetrischem magnetischem Felde. Elektrot. u. Maschinenbau **38**, 297—303, 1920. Die Untersuchung bezieht sich auf den Drehstromtransformator mit drei in einer Ebene liegenden Kernen. Zuerst werden allgemein die Beziehungen der Kraftflüsse und der magnetisierenden Ampereerewindungen aufgestellt, unter der Voraussetzung, daß die Netzspannungen ein symmetrisches System bilden. Im symmetrischen System stehen die drei Vektoren

Verhältnis  $1:\varepsilon:\varepsilon^2$ , wobei  $\varepsilon = -\frac{1}{2} \pm \frac{j\sqrt{3}}{2}$  ist.

graphischen und analytischen Bestimmung der Leerströme bzw. deren fiktiver Komponenten, der Magnetisierungsströme und der Verlustströme, werden einerseits die Dreieckschaltung und die Sternschaltung mit Nulleiter, andererseits die Sternschaltung ohne Nulleiter untersucht.

Im ersten Falle können sich die Ströme frei ausbilden. Die Leerströme sind um  $120^\circ$  gegeneinander verschoben. Strom- und Effektaufnahme in den beiden äußeren Phasen sind gleich und stehen zu denen der mittleren Phase im Verhältnis der Reluktanzen der Zweige.

Im anderen Falle muß die geometrische Summe der Leerströme Null sein. Es werden zunächst für den verlustlosen Transformator die magnetisierenden Ampereerewindungen ermittelt, sodann die Schenkelströme entwickelt. Es treten zusätzliche Ampereerewindungen auf, die zur Herstellung des Luftfeldes dienen. Es zeigt sich, daß der Ausdruck  $\frac{2r}{r_1 - 3r_1}$  ein Maß der Abweichung der Vektorensysteme von der Symmetrie darstellt,

bei  $r$  und  $r_1$  die Reluktanzen des Joches bzw. des mittleren Schenkels bezeichnen. In diesem Ausdruck sind sowohl die Absolutwerte der Vektoren, wie die von diesen eingeschlossenen Winkel abhängig.

Schließlich werden auch die Eisenverluste berücksichtigt. Dabei gelten entsprechende Beziehungen wie im Falle der Dreieckschaltung mit dem Unterschiede, daß die magnetisierende der Leerströme gleich Null ist. Der oben erwähnte Ausdruck stellt auch für diesen Fall das Maß der Unsymmetrie dar.

NEUMANN.

rousseau. Sur le calcul des courants d'électrolyse dans les masses métalliques voisines d'une voie de traction électrique. C. R. **170**, 1313—1315, 1920. In früheren Arbeiten hatte der Verf. die Stromverteilung im teilweise leitenden Erdreich in der Umgebung von Stromleitern (Straßenbahnschienen u. dgl.) und die auftretenden Spannungen behandelt; in der vorliegenden Abhandlung wird ein Verfahren gezeigt, um die Ströme zu ermitteln, die sich in metallischen Leitern (Gas-, Wasserrohre) in der Nähe von stromführenden Leitern ausbilden. Hierzu ist es erforderlich, den elektrischen Zustand des umgebenden Erdreiches zu ermitteln; die

allgemeinen Formeln dafür werden angegeben. Hat man auf diese Weise die elektrische Verteilung festgestellt, so läßt sich nachher angeben, welche Stellen der metallischen Leiter mit den Stromleitern in Kontakt gebracht werden müssen, damit zerstörende elektrolytische Wirkungen vermieden werden.

BOEDEKER.

**P. Bunet.** Sur le transport de l'énergie à grande distance. C. R. **170**, 1250—1251, 1920. Verf. nimmt die Priorität des von E. Brylinski (C. R. **170**, 927—930, 1920) gemachten Vorschlages, Energiefernleitungen als Halbwellenlängenleitungen auszubilden (vgl. diese Ber., S. 912), für sich in Anspruch. Die Verdienste von Brylinski um die Entwicklung der Frage werden anerkannt.

BOEDEKER.

**L. Thielemans.** Régulation des lignes de transport de force à longue distance. C. R. **170**, 1248—1250, 1920. Verf. diskutiert ein von ihm aufgestelltes, an anderer Stelle (C. R. **170**, 1170, 1920) veröffentlichtes Diagramm, das die Wirkungsweise einer Energiefernleitung zu berechnen gestattet. Man erhält die bekannten Tatsachen, unter anderem die Veränderungsmöglichkeit des Phasenwinkels durch Anschließen von Kapazitäten oder Induktivitäten bei gleichbleibender Leistung. Umgekehrt gibt das Diagramm die Möglichkeit, für einen gewünschten Variationsbereich auf der Verbraucherseite die auf der Erzeugerseite vorzunehmenden Regulierungen festzusetzen. Mit zunehmender Länge der Leitung nimmt das Diagramm andere Gestalt an; beachtenswert ist der Fall der Viertelwellen- und Halbwellenlängenleitung (vgl. diese Ber., S. 912, Bunet-Brylinski).

BOEDEKER.

**J. E. Lilienfeld.** Funkenschlagweiten und Wechselzahl. Leipziger Ber., Math.-phys. Kl., **71**, 145—159, 1919. Es wird die Abhängigkeit der Funkenschlagweiten bei Transformatoren von der Wechselzahl in den Grenzen von 50 bis 500 Per. untersucht mit dem Zweck, eine technische Spannungsmessung oberhalb 75 kV. bei einer Fehlertoleranz von 5 Proz. zu schaffen. Bei den Versuchen wurden die sekundären Spannungen in Ermangelung eines geeigneten Meßinstrumentes durch Rechnung aus den Primärspannungen und dem Übersetzungsverhältnis bestimmt, wobei der sinuoidale Verlauf der sekundären Kurvenform und die Resonanzlosigkeit nachgeprüft wurden. Die Elektroden der Funkenstrecke bestanden aus Spitzen und Kugeln von 10 bis 50 mm Durchmesser. Je größer dieser Durchmesser war, desto größer war auch der Unterschied zwischen den Schlagweiten bei erhöhter Periodenzahl, um umgekehrt zwischen Spitzen angenähert zu verschwinden. In Übereinstimmung mit Weicker wurde bei 100 kV. eine Schlagweite von 280 bis 300 mm zwischen Spitzen erzielt. Andererseits verschwindet bei gleicher Elektrodenform die Zunahme der Schlagweiten mit steigen der Frequenz bei höheren Spannungen, so daß für Meßzwecke gefordert werden muß, daß das Verhältnis von Kugeldurchmesser zur Funkenschlagweite hinreichend klein wird. Zum Schluß wird eine Erklärung der Beobachtungen einerseits auf Grund der Stoßionisationstheorie versucht, andererseits gelingt es nur teilweise, die Erscheinungen an Hand der Töplerschen Auffassung zu beschreiben.

Kost.

**G. W. C. Kaye.** Industrial and medical radiology. Nature **104**, 696—699, 1920. Kurzer Bericht über eine Ausstellung von Röntgenaufnahmen. Diese enthielt unter anderem die Gegenüberstellung von 24 Jahre alter Handaufnahme mit einer neueren, Brust-, Darm-, Gallensteinenaufnahmen, von mit Blei überstrichener Haut mittels Durchleuchtens hergestellte „Fingerabdrücke“, ferner Aufnahmen von ägyptischen Mumien, Pflanzen, Hölzern, insbesondere Flugzeughölzern, Mineralien, Golfbällen, Heizkleidungen, zusammengeschweißten Metallteilen und Ölgemälden mit sichtbarer Urfassung unter nachträglicher Übermalung.

ZÖLLICH.



## 6. Optik aller Wellenlängen.

**Green.** A Fluid Analogue for the Aether. Phil. Mag. (6) **39**, 651—659, 1920. Green vergleicht die Eigenschaften des Äthers, dem die doppelte Aufgabe der Fortpflanzung der Wellen (des Lichtes und) der elektrischen und magnetischen Kraft übertragen wird, mit der Fortpflanzung der Wellen im Wasser, das dem Einfluß der Oberflächenspannung und der Gravitation unterworfen ist. So wie in seichtem Wasser (Tiefe  $h$ ) — solange  $h$  nicht zu klein wird — alle Wellen, deren Wellenlänge die kritische Wellenlänge überschreitet, sich mit einer aus  $h$ ,  $g$  und der Oberflächenspannung  $T$  berechenbaren Minimumgeschwindigkeit  $U'$  fortpflanzen, die praktisch konstant (also von der Wellenlänge  $\frac{2\pi}{m}$  unabhängig) ist, pflanzen sich im Äther elektromagnetische Wellen mit der konstanten Lichtgeschwindigkeit fort. Bei diesem Vergleich entspricht den Kräften, welche zwischen den auf einer Wasseroberfläche treibenden Körpern wirksam sind, die durch den Äther vermittelte Gravitation. Der Einfluß der Oberflächenspannung herrscht also bei den kürzeren Wellenlängen vor; gerade so spielen auch die Gravitationskräfte eine untergeordnete Rolle bei der Fortpflanzung elektromagnetischer Lichtwellen; der Einfluß der Gravitationskräfte auf die Lichtbewegung kann merklich werden — wenn er auch sehr klein bleibt — in unmittelbarer Nähe eines festen Körpers ganz ebenso, wie eine ebene Welle in Wasser in der Nähe eines eintauchenden Körpers in ihrer Geschwindigkeit (bei kleinem  $h$ ) und in ihrer Richtung geändert wird. Auf Einzelheiten der sehr lesenswerten Greenschen Arbeit, die noch weitere Vergleiche zwischen dem Verhalten des Äthers und der Fortpflanzung (einer hydrodynamischen Welle) in Wasser durchgeführt werden, einzugehen, würde hier zu weit führen. Um nur einiges zu nennen, sei erwähnt, daß die gelegentliche totale Sonnenfinsternis am 29. Mai 1919 beobachtete Ablenkung der Lichtstrahlen beim Vorbeigehen an der Sonne, die Abhängigkeit der scheinbaren Masse des Elektrons von seiner Geschwindigkeit durch diesen Vergleich verständlich werden. Es ergibt sich dabei nichts, was gegen das Relativitätsprinzip spräche. Der Verf. über das Freimachen vom Relativitätsprinzip und über die Möglichkeit der Bestimmung der absoluten Bewegung der Erde im Äther denkt, möge aus den oben stichwörtlich wiedergegebenen beiden Schlußsätzen seiner Arbeit entnommen werden: „At the same time it seems to encourage the view that it may yet be possible to detect absolute motion of the Earth in aether and that it may therefore also be possible to escape from a principle involving so much indefiniteness with respect to fundamental units. In one sense therefore this analogy seems to present an avenue of escape from the principle of relativity; for if the velocity of light is really a minimum wave — velocity in aether, then in the apparent changes of inertia of electrons as the velocity of light is approached and in the behaviour of the pulses constituting light rays, we are beginning to be able to detect velocity relative to aether.“ ERFLE.

**Boussinesq-Lebard et A. Dauvillier.** Sur la distance réticulaire de la calque et son influence sur la détermination de  $h$ . C. R. **169**, 965—967, 1919. [186.] ERFLE.

**Kühl.** Eine übersichtliche Konstruktion der Achsenbildpunkte eines optischen Systems. Zentralztg. f. Opt. u. Mech. **41**, 199—200, 1920. Das Newtonsche Abbildungsgesetz  $xx' = ff'$  wird zu einer konstruktiven Auffindung des Bildpunktes benutzt. Über die Strecke  $F'F'$  als Durchmesser wird ein Kreis geschlagen.

Im Abstand der Brennweiten werden zu diesem Durchmesser Parallelen gezogen und auf die zur Brennweite des Objektraumes gehörige Parallele der Objektpunkt projiziert. Der Schnittpunkt der geraden Objektprojektion — objektseitiger Brennpunkt mit dem Kreis wird mit dem bildseitigen Brennpunkt verbunden; die Verlängerung dieser Geraden schneidet die der bildseitigen Brennweite entsprechende Parallele in der Projektion des Bildpunktes. Die Bildkonstruktion ist unabhängig von der Objekt- und Bildgröße und verschafft einen guten Überblick über das gegenseitige Durchdringen von Objekt und Bildraum.

CHR. V. HOFER.

**M. v. Rohr.** Die Grundpunkte und die Bildfindung durch ein Zeichenverfahren. Zentralztg. f. Opt. u. Mech. **41**, 1—4, 17—21, 29—31. Die Abbildung durch brechende Einzelflächen und durch Folgen zentrierter Flächen. Ebenda, 31—33, 41—45, 53—56, 1920. Das übliche Zeichenverfahren Listings, das die Hauptpunkte und Brennpunkte benutzt, wird sehr ausführlich in seiner Anwendung auf alle möglichen vorkommenden Fälle behandelt und an diesen Beispielen die Richtigkeit der Bilder nachgewiesen. Dann wird auch das Verfahren zur Konstruktion der Bilder von Töpler, das die Gegenhauptpunkte benutzt, beschrieben und an Beispielen erläutert. Schließlich werden die üblichen Rechenregeln behandelt.

Im zweiten Teil wird das Abbildungsgesetz rechnerisch zunächst für eine Fläche hergeleitet und daran das Helmholtz-Lagrangesche Gesetz angeschlossen. Das Zeichenverfahren mit gekreuzten Achsen wird auch auf zwei abbildende Flächen ausgedehnt, und für diese werden auch die Brechkraft und die Hauptpunktabstände berechnet. Diese Rechnungen und Zeichnungen werden für verschiedene Linsenformen als Beispiele durchgeführt.

CHR. V. HOFER.

**Pritschow.** Umlaufprismen. Zentralztg. f. Opt. u. Mech. **41**, 45—47, 1920. Ein Objekt, das eine rotierende Bewegung ausführt, kann wie im Ruhezustand beobachtet werden, wenn es durch Vermittelung eines Spiegels abgebildet wird, der sich mit der halben Winkelgeschwindigkeit im entgegengesetzten Sinne dreht. Eine solche Vorrichtung hat Max Thury in La nature (ohne Jahreszahl) unter dem Namen „cyclostat“ beschrieben; fast gleichzeitig hat Napoli (ohne Literaturangabe) einen ähnlichen Apparat konstruiert.

Unter dem Namen „Rotoskop“ hat die Firma Voigtländer ein ähnliches Instrument gebaut, das D. Thoma zur Beobachtung der Strömung in den Laufrädern von Turbinen benutzt hat. Als rotierender Spiegel wird dasselbe Prisma benutzt, das zum Aufrichten der Bilder im Rundblickfernrohr (C. P. Goertz) dient.

CHR. V. HOFER.

**Fr. Weldert.** Theorie des Richtglases und Vergleichung der typischen Formen. Zentralztg. f. Opt. u. Mech. **41**, 213—217, 227—232, 1920. Das Richtglas (Kollimateur) ist in Frankreich entstanden und seit 1897 in ausgedehntem Maße als Visiervorrichtung in Benutzung. Es ist ein Kollimator, der aus einem einzigen Glasstück besteht, an dessen einem Ende das Objektiv angeschliffen und auf dessen anderem Ende die Zielmarke angebracht ist. Das Auge sieht also durch die Linsenfläche hindurch die Visiermarke und am Richtglas vorbei direkt das Ziel; das Bild der ersteren erscheint in  $\infty$  großer Entfernung, ebenso wie das Ziel; beide haben keine gegenseitige Parallaxe.

Das Auge muß so hinter dem Richtglas gehalten werden, daß ein Teil seiner Pupille die vom Ziel herkommenden und ein Teil die von der Marke ausgehenden Lichtstrahlen aufnimmt. Die richtige Lage des Auges ist die, bei welcher Zielpunkt und Einstellungspunkt der Marke gleich hell erscheinen. Bei dem ursprünglichen französischen Kollimateur störte der Fassungsrand. Krupp suchte diesen Nachteil zu beheben, indem

einmal das Richtglas der Länge nach mit einem rechtwinkligen bis auf die Nase heruntergehenden Einschnitt versah, durch den das Ziel gesehen werden sollte. In einer zweiten Form schnitt er den über der Achse liegenden Teil ganz fort. Jacob (Goerz) gab der Oberfläche des Richtglases eine nach dem Ziel hin geneigte Lage und brachte vor der Marke ein zur besseren Beleuchtung dienendes mattiertes Deckglas an. Hierdurch wurden tatsächlich wesentliche Verbesserungen erzielt.

Der Krümmungsradius der Linsenfläche ist, solange nur paraxiale Strahlen in Frage kommen,  $r = \frac{n-1}{n} l$ , wenn  $l$  die Länge des Richtglases ist. Da aber der Öffnungswinkel der Lichtstrahlen eine endliche Größe hat, so ist es besser, die sphärische und chromatische Aberration mit Hilfe von trigonometrischer Durchrechnung nach Möglichkeit auszugleichen.

Die scheinbare Helligkeit des Zieles und der Zielmarke wird für die genannten vier Richtglastypen berechnet; beim Ziel nimmt sie für den unteren Teil des Gesichtsfeldes, der Marke für den oberen Teil allmählich bis auf den Nullwert ab. Außerdem ergibt sie von der Lage des Auges zur Richtglasachse ab. Diese muß am besten so gewählt werden, daß Zielpunkt und Einstellungspunkt gleich hell erscheinen. Die verschiedenen Richtgläser werden an Hand von graphischen Darstellungen ausführlich kritisiert. Dasjenige der Firma Goerz zeigt die günstigsten Resultate. CHR. V. HOFER.

**b. Richter.** Ein pankratisches Jagdzielfernrohr. Zentralztg. f. Opt. u. Mech. **41**, 200—202, 1920. Die kontinuierlich veränderliche Vergrößerung wird beim Fernrohr durch entsprechende Bewegung des Umkehrsystems erreicht. Die dabei entstehende Bildverschiebung wird durch automatische Einstellung des Okulars (Schröder), oder durch passende Bewegung einer besonderen Linse (Jacob-Goerz), kompensiert. Durch passende Wahl der Brennweiten und Einschränkung des Bereichs, innerhalb dessen die Vergrößerung gewechselt wird, wird in dem vorliegenden Fall durch die Bildverschiebung hervorgerufene Unschärfe so weit herabgedrückt (bis  $\pm 3/8$  Dioptrien), daß sie, ohne bemerkt zu werden, vom Auge ausgeglichen werden kann. CHR. V. HOFER.

**Loeck.** Das Wichtigste über einen Prismenfeldstecher bezüglich Aufbau und Zusammensetzung, Berechnung und Korrektur der Optik. Zentralztg. f. Opt. u. Mech. **41**, 38, 1920. Der Aufsatz enthält einige allgemein gegebene Angaben über die Zusammensetzung und Berechnung von Prismenfernrohren. CHR. V. HOFER.

**Loeck.** Die Berechnung und Korrektur eines sogenannten „Vorsatzokulars“. Zentralztg. f. Opt. u. Mech. **41**, 72, 1920. Ein holländisches Fernrohr wird häufig dazu benutzt, die Vergrößerung eines anderen zu erhöhen oder zu verringern. Wenn es in der einen oder anderen Lage vor das letztere geschaltet wird. Über die Berechnung eines solchen Vorsatzfernrohres werden einige allgemeine Angaben gemacht. CHR. V. HOFER.

**W. Burmester.** Über den optischen Ausgleich in der Zeitlupe. Münchener Zeitschrift für Physik, **1920**, S. 183—196. Es wird gezeigt, daß der Bildausgleich in der Zeitlupe bei gleichförmiger Bewegung des Films und gleichförmiger Drehung des Spiegels nicht vollständig zu erreichen ist. Ist  $f$  der Abstand des Films vom Objektiv,  $\alpha$  der Einfallswinkel des Spiegels,  $\varphi$  der Reflexionswinkel bei beliebiger Lage des Spiegels,



so ist die Abweichung von der theoretisch zu fordernden Lage des Bildpunktes

$$y = f \frac{tg a}{a} x - f tg x,$$

woraus für die Maximalabweichung sich ergibt

$$\cos x_{max} = \sqrt{\frac{a}{tg a}}.$$

Bei den in der Zeitlupe benutzten Abmessungen ist  $f = 60$  mm,  $a = 9^\circ$  und damit die Maximalabweichung  $2y_{max} = 0,06024$  mm. Diese Größe der Abweichung gilt nur, wenn der Spiegel sich um eine in seiner Ebene liegende Achse dreht. Bei den wirklich vorliegenden Verhältnissen wird bei 1000 mm Objektabstand die Abweichung 0,302 mm für einen Gesamtbildweg von 9,202 mm, doch vermindert sich der Fehler mit der Entfernung des Objektes. Eine Berücksichtigung dieses Fehlers kann erst zeigen, bis zu welchen Geschwindigkeiten Vorgänge noch mit der Zeitlupe aufgelöst werden können, ob also auf dem von Lehmann angegebenen Wege die Konstruktion eines Zeitmikroskopes möglich ist.

H. R. SCHULZ.

**Ladislav Natanson.** On the molecular theory of refraction, reflexion and extinction. Phil. Mag. (6) 38, 269—288, 1919. Der Verf. gibt hier die Ergebnisse seiner beiden im Jahre 1914 erschienenen Arbeiten [„On the Scattering of Light in a Gaseous Medium“ und „On the Molecular Theory of the Reflection of Light“]. Fortschr. 70 [2], 286—287, 1914] etwas kürzer wieder und bemerkt dazu, daß die damals von ihm behandelte Aufgabe inzwischen durch die Untersuchungen von Oseen (1915), Ewald (1916), Reiche (1916), Lundblad (1918) ausgedehnt und noch mehr ins einzelne gehend gelöst worden ist.

ERFD.

**P. Knipping.** Zur Frage der Brechung der Röntgenstrahlen. ZS. f. Phys. 1, 40—41, 1920. Zur Erklärung der von Stenström gefundenen und auf Brechung der Röntgenstrahlen zurückgeführten Tatsache, daß sich bei Reflexion sehr weicher Strahlung an Kristallen mit großer Gitterkonstante aus den Spektren verschiedener Ordnung verschiedene Werte für die Wellenlänge ergeben, wird die von Madelung erwartete Auflockerung des Kristallgefüges in der Nähe der Oberfläche herangezogen. Diese Erscheinung soll möglicherweise auch der Grund sein für das Nichtstimmen des Ritzschen Kombinationsprinzips für Röntgenserien.

HERTZ.

**Stéphan Procopiu.** Sur les spectres des réseaux de diffraction, dans le cas où la lumière incidente est oblique par rapport au plan principal des traits. C. R. 170, 388—390, 1920. Wenn man ein Beugungsgitter in der gewöhnlichen Weise benutzt und dann um eine in seiner Ebene liegende Achse, senkrecht zu den Gitterstrichen, dreht, so bleiben die Ränder der Spektren nicht mehr geradlinig, sondern nehmen parabolische Form an; die Scheitelpunkte der Parabeln liegen auf dem direkten Bild. Verf. photographiert und untersucht diese Erscheinung genauer. Die Messungen ergeben in erster Annäherung Parabeln von der Form

$$y = \frac{\sin i}{f} x^2,$$

wo  $f$  die Brennweite des Objektivs,  $i$  der Winkel des Gitters mit der Vertikalen,  $x$  der Abstand der Spektren vom direkten Bild und  $y$  der Abstand von der  $x$ -Achse. GEHRCKE.

**W. v. Ignatowsky.** Die Beugung des Objektivs von beliebiger Öffnung. Journ. d. Russ. Phys.-Chem. Ges., Phys. T., 51, 225—260, 1919 (russisch). Der Verf. stellt sich die Aufgabe, erstens die Beugungserscheinungen im Brennpunkte des Ob-

ktivs zu untersuchen, in der Voraussetzung, daß das Objektiv vom Standpunkte der geometrischen Optik vollständig korrigiert ist, im einzelnen, daß das Sinusgesetz genau befriedigt ist; zweitens, das genannte Beugungsbild als Objekt betrachtend, zu zeigen, wie dieses Objekt von einer zweiten Linse abgebildet wird und auf die Analogie der erhaltenen Resultate mit der Abbesche Theorie des Mikroskops hinzuweisen. Den Grundstock der vorliegenden Arbeit bildet die Abhandlung des Verf. „Zusammenhang der geometrischen Optik mit der Wellenoptik und die Beugung des homozentrischen Strahlenbündels“ [Nachr. d. Optischen Staatsinstituts, Bd. I, Heft 3, 1919, Petersburg (Russ.)]. In dieser Arbeit sind auf dem Grunde des vom Verf. verallgemeinerten Sinusgesetzes die Formeln zur Berechnung der Beugung eines homozentrischen Bündels mit einer Öffnung von beliebiger Form und Größe, dessen Brennpunkt in einem beliebigen Abstände von der Achse liegt, gegeben. Wenn der Brennpunkt des homozentrischen Bündels auf der Achse liegt, so kommen wir zu dem Fall der vorliegenden Arbeit. Hier ist auch auf die Fehler und die Versehen in der Abbe-Lummerschen Theorie des Mikroskops hingewiesen (E. Abbe, Die Lehre von der Bildentstehung im Mikroskop, herausg. von O. Lummer und F. Reiche, 1910), z. B. überall, wo beim Verf.  $\cos^2$  vorkommt und nach der Theorie von Abbe-Lummer  $\cos \alpha$  stehen würde. Die Ausgangspunkte und die Ergebnisse des Verf. über die Aberration des Objektivs unterscheiden sich vollständig von den Resultaten der vorigen Autoren; nur die Energiewerte stimmen teilweise bei den kleinen Bündelöffnungen mit den früheren Ergebnissen überein.

Verf. verweist noch auf das folgende Resultat seiner Arbeit. Das Beugungsbild, das von dem Objektiv entsteht, stellt ein Objekt dar, das auf größere Entfernungen das Abbesche Gesetz befriedigt, auf kleinere aber, bis an das Objekt selbst, gemäß den Maxwellschen Gleichungen strahlt. Dieses Objekt ersetzt also den Hertzischen Dipol, den man früher manchmal zur Darstellung des Lichtpunktes anwendete. Das vom Verf. untersuchte Objekt hat bei der Erforschung der optischen Aufgaben den Vorzug der Natürlichkeit, während der Hertzsche Dipol willkürlich und unbestimmt ist.

W. ASKADIEN.

Irving G. Priest. A New Formula for the Spectral Distribution of Energy from a Complete Radiator. Abstract of a paper presented at the New York Meeting of the American Physical Society, March 1, 1918. Phys. Rev. (2) **13**, 314—317, 1919 (s. auch diese Berichte, S. 352).

SCHHEEL.

L. W. Coblentz. Comments on Spectral Radiation Formulae. Abstract of a paper presented at the Washington meeting of the American Physical Society, April 25/26, 1919. Phys. Rev. (2) **14**, 267—269, 1919. Verf. kritisiert die empirischen Grundlagen der von I. G. Priest aufgestellten Strahlungsformel [Phys. Rev. (2) **13**, 314—317, 1919] (vgl. den vorst. Titel), welche nach letzterem die Messungen wenigstens ebenso gut, wenn nicht besser, als die Plancksche Formel wiedergeben soll. Verf. findet Fehler bei der Anlage der Berechnungen, sowie bei der Verwendung veralteter Werte der Strahlungskonstanten; insbesondere stimmen die Messungen von Rubens und Kurlbaum im langwelligen Spektrum ganz und gar nicht mit der Priesterschen Formel überein, so daß letztere keineswegs irgendwelche Vorzüge vor der auch theoretisch wohl begründeten Planckschen genießt.

SWINNE.

F. Niessen. A Theory of a Method for the Derivation of the Distribution of Energy in a Narrow Spectrum Region from the Distribution of Energy, Observed in an Interferometer. Proc. Amsterdam **22**, 200—224, 1919. Verf. leitet die Verteilungsfunktion für die Energie in einem engbegrenzten oder aus-

gedehnteren Spektralbereich aus zwei Funktionen ab, welche als Diagramme mit Hilfe zweier Interferometer gewonnen werden können, indem in jedem die Intensität der interferierenden Strahlen als Funktion des Gangunterschiedes auf einer an den Okularspalten zwangsläufig mit der Verschiebung der Interferometerspiegel vorbeibewegten photographischen Platte registriert werden können. Die erste Kurve liefert ein Michelson-Interferometer der gewöhnlichen Form, die zweite ein modifiziertes Instrument, bei dem Zylinderlinsen den Strahlengang verändern und die Spiegel durch totalreflektierende rechtwinklige Glasprismen ersetzt sind, deren Hypotenusenflächen parallel zu den Ebenen der Spiegel liegen. Durch die Modifikation wird das Auftreten gewisser Phasensprünge erreicht, die theoretisch für die zweite Kurve gefordert werden. Beide Interferometer werden zu einem Apparat kombiniert, indem die oberen Hälften der Hypotenusenflächen der Prismen versilbert und als Spiegel benutzt werden, so daß die obere Hälfte des Apparates als gewöhnliches, die untere gleichzeitig als modifiziertes Interferometer arbeitet. Bezüglich der Rechnungen, die sich nicht in Kürze wiedergeben lassen, muß auf das Original verwiesen werden. REINKOBER.

**H. Geiger.** Über unsere heutigen Vorstellungen vom Bau der Atome. Elektrot. Umsch. 8, 213—217, 1920. [S. 1185.] SWINNE.

**Hans Kienle.** Neue Sterne. Phys. ZS. 21, 354—360, 385—292, 410—416, 1920. SCHEEL.

**Ferdinand Dhein.** Das Bogenspektrum des Kobalts nach internationalen Normalen. ZS. f. wiss. Photogr. 19, 289—335, 1920. Zwischen  $\lambda$  7417 und  $\lambda$  2590 wurde das Bogenspektrum von Co an einem Rowlandschen Konkavgitter von 6,34 m Krümmungsradius (mit 20000 Furchen pro Zoll) in üblicher Weise aufgenommen (im Bonner Phys. Institut) und mit dem Fe-Spektrum verglichen. Die Arbeitsmethode wird beschrieben, speziell die Ausmessung der Platten, das Aussehen der Linien, die Feststellung der Geister. Ausführlich wird die an der gleichen Stelle ausgeführte, das gleiche Thema behandelnde Dissertation von A. Krebs (Bonn 1916) diskutiert; als Fehlerquellen werden letzterem nachgewiesen: mitgemessene Geister, die überlagernde dritte Ordnung, etliche Verunreinigungen. Die Meßergebnisse sind in ausführlichen Tabellen unter Angabe der Intensität, des Aussehens der Linie zusammengestellt; dabei sind auch die entsprechenden Linien von Krebs, sowie von L. Stütting (Diss. Bonn 1909) angeführt. Trotz der Verwendung von reinstem Kobalt von Merck konnte eine ganze Reihe von Verunreinigungen festgestellt werden, insbesondere Ni, Fe, Mn, Ca, Cu, Ag, Ti, Al, Mg, V. SWINNE.

**A. Sommerfeld.** En ensartet Opfattelse af Balmers og Deslandres' Serieled. Fysisk Tidsskrift 18, 33—40, 1919/20. Auszug aus einem Vortrag „über Bandenspektren“, welcher von Sommerfeld am 23. Sept. 1919 in Fysisk Forening in Kopenhagen gehalten wurde (mit Anmerkungen von H. M. Hansen). Es wird eine gemeinsame Ableitung der Deslandresschen Formel für Bandenspektren und der Balmerschen Serienformel gegeben. Ausgangspunkt ist die Quantelung eines Rotators nach Impuls-

momentquanten. Sein Impulsmoment beträgt  $J\omega = \frac{mh}{2\pi}$ , seine kinetische Energie 
$$E = \frac{J\omega^2}{2} = \frac{(J\omega)^2}{2J} = \frac{h^2}{8\pi^2 J} m^2.$$
 Es werden zwei Grenzfälle betrachtet: a) das Träg-

heitsmoment  $J$  (um die Umdrehungsachse) setzt sich zusammen aus einem von der Rotation unabhängigen Hauptbestandteil  $J_0$  und aus einem von dieser abhängigen, im Vergleich mit  $J_0$  geringen  $\Delta J_m$ :  $J = J_0 + \Delta J_m$ ; b) das Trägheitsmoment entsteht



st mit der Rotation, beim Wasserstoffatom:  $J = \mu a_m^2 = \mu a_1^2 m^4$ , wobei  $\mu$  die Masse des rotierenden Elektrons,  $a_m$  den Halbmesser des  $m$ -ten Bohrschen Kreises bedeutet. Im Falle a) beträgt  $E = \frac{h^2}{8\pi^2 J_0} m^2$ ; im Falle b)  $E = \frac{h^2}{8\pi^2 \mu a_1^2} \frac{1}{m^2}$ . Wird die Spektrallinie beim Übergang von einem Zustand zu einem zweiten entsprechend der Energiedifferenz ausgesandt, so ist letztere im Falle a) proportional  $m^2$  (Deslandressche Formel), im Falle b) proportional  $\frac{1}{m^2}$  (Balmerische Formel). SWINNE.

**Lifschitz.** Über die Ziele und Möglichkeiten einer Analyse der Absorptionsspektren. ZS. f. phys. Chem. 95, 1—14, 1920. Aus Anlaß der Diskussion zwischen ihm (Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 50, 906, 1917; Schweiz. Chem. Ztg. 2, 58, 1918) und Hugo Kauffmann (Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 50, 1526, 1917) behandelt er Verfassungsfragen der Chromophortheorie und versucht, damit zugleich systematische Gesichtspunkte für die weitere Erforschung der Absorptionsspektren zu gewinnen. Als erstes Ziel einer Analyse der Absorptionsspektren muß die Aufstellung von Gesetzen der Anordnung der Banden gelten, wobei aber nicht zu erwarten ist, daß die Gesamtheit der Banden eines Moleküls sich stets in eine einzige gesetzmäßige Serie einordnen lassen. Angenommen, eine solche Zerlegung in gesetzmäßige Bandenserien wäre gelungen, so wären zwei weitere Aufgaben zu bearbeiten. Erstens müßte ein Molekülmodell entworfen werden, dessen mathematische Beschreibung die Herleitung des gefundenen Gesetzes erlaubte, und zweitens müßte die dem Chemiker vornehmlich wichtige Zuordnung der spektroskopischen Charakteristika der Banden zu passend gewählten konstitutiven durchgeführt werden. Die hergebrachte Chromophortheorie führt die Absorption auf bestimmte, strukturell ausgezeichnete Gruppen zurück und schreibt jeder solchen Gruppe bestimmte Banden zu. Vom Standpunkt der Elektronentheorie entstehen hieraus Schwierigkeiten, denn jeder mehratomige Chromophor enthält im allgemeinen mehrere Gattungen absorptionserregender Elektronen und bedingt daher mehrere Banden, die sich dazuhinlegen konstitutive Eingriffe sehr verschieden verhalten können. Eine weitere Schwierigkeit tritt bei Systemen mit gekoppelten Chromophoren auf. Die Frequenzen von Banden der einzelnen Chromophore sind bei ihnen verändert; die Banden überdecken sich und verfließen derart, daß das Gesamtspektrum ein völlig neuartiges Bild zeigt. Zusammenfassend gelangt man zur folgenden Umschreibung des Chromophorbegriffs: Chromophore sind einzelne oder in Gruppen vereinigte Atome, die schwingungsfähige Elektronen mit Frequenzen zwischen  $0,3$  und  $1,7 \cdot 10^{14}$  tragen. Jedes Chromophoratom trägt mindestens eine Gattung derartiger Elektronen. Die Schwingungszahl hängt grundsätzlich von der Natur des Trägeratoms und empfindlich von dessen chemischem Bindungszustand bzw. Valenzbeanspruchung ab.

Mittel zur Differenzierung der Absorptionsspektren und Charakterisierung der einzelnen absorptionserregenden Resonatoren bestehen in der Änderung der äußeren physikalischen Bedingungen, wie Temperatur oder magnetisches Feld, welche die einzelnen Banden keineswegs gleichmäßig nach Lage und Intensität beeinflussen. Eine Differenzierung der Spektren ist möglich auch mit Hilfe der photochemischen Empfindlichkeit und ferner durch das Studium der Molekülverbindungen. KAUFFMANN.

**Lifschitz.** Nachschrift zu dem Beitrag: Über die Ziele und Möglichkeiten einer Analyse der Absorptionsspektren. ZS. f. phys. Chem. 95, 126, 1920. Der Verf. verweist im Anschluß an vorstehend referierte Abhandlung auf die Arbeiten von V. Henri, der bei einer großen Anzahl organischer Verbindungen Gesetzmäßig-

keiten in den Absorptionsspektren feststellte. Die Spektren setzen sich danach aus Serien äquidistanter Banden zusammen, für die eine Serienformel des Typus:

$$\nu = \nu_0 + na + mb,$$

wo  $m$  und  $n$  ganze Zahlen sind, gilt. Der Verf. hat die gleichen Resultate bei Messungen am Osmiumtetroxyd erhalten. KAUFFMANN.

**Alois F. Kovarik.** Some Experiments Bearing on the Nature of  $\gamma$ -Rays. Abstract of a paper presented at the Washington meeting of the American Physical Society, April 25 and 26, 1919. Phys. Rev. **14**, 179—180, 1919. Durch Zählung der von einem Radiumpräparat ausgehenden  $\gamma$ -Strahlen mittels zweier registrierender Spitzenentladungskammern, von denen die eine fest, die andere beweglich war, wurde festgestellt, daß zwar die Zahl der in der Zeiteinheit ausgehenden  $\gamma$ -Impulse für jede Richtung dieselbe ist, daß jedoch die Impulse niemals in verschiedenen Richtungen gleichzeitig auftreten. Sogar wenn die beiden Kammern hintereinander in die Bahn der durchdringenden  $\gamma$ -Strahlung eingeschaltet wurden, ergaben sich niemals gleichzeitige Ausschläge. Die Resultate werden im Sinne einer scharf gerichteten Strahlung mit quantenhafter Absorption gedeutet. HERTZ.

**Adolf Smekal.** Die Feinstruktur der Röntgenspektren. Verh. d. D. Phys. Ges. (3) **1**, 58, 1920. [1185.] HERTZ.

**Manne Siegbahn und K. A. Wingårdh.** Eine Methode für Intensitätsmessungen bei Röntgenstrahlen nebst einigen vorläufigen Absorptionsbestimmungen. Phys. ZS. **21**, 83—88, 1920. [S. 1194.] HERTZ.

**William Duane and Kang-Fuh Hu.** On the critical absorption and characteristic emission of X-ray frequencies. Phys. Rev. (2) **14**, 369—375, 1919. [S. 1195.] HERTZ.

**Stéphan Procopiu.** Biréfringence et dichroïsme de la fumée de chlorhydrate d'ammoniaque dans le champ électrique. C. R. **170**, 1445—1447, 1920. Die elektrische Doppelbrechung von Salmiakdämpfen ist nach Zeeman-Hoogenboom von Dichroismus begleitet. Voigt hat aus der Orientierungstheorie beide Erscheinungen als miteinander verknüpft abgeleitet, was geprüft werden soll. Während bisher der Dampf außerhalb des Beobachtungskondensators erzeugt wurde, wird er vom Verf. in demselben hergestellt. Es zeigt sich, daß er im elektrischen Felde nicht sofort nach seiner Entstehung den Dichroismus annimmt, sondern daß dieser allmählich ansteigt, bis zum Maximum, das nach 1 Min. erreicht wird. Nach 18 Min. nimmt es rasch wieder ab. Die Doppelbrechung erreicht das Maximum nach 3 Min. und verschwindet nach 18 bis 20 Min. Daher werden beide Erscheinungen auf verschiedene Ursachen zurückgeführt. Der Dichroismus entsteht durch Zerstreuung an kleinen Teilchen. Wenn diese mit der Zeit wachsen, verschwindet der Dichroismus, während die Doppelbrechung noch bleibt. Keine der beiden Erscheinungen zeigt bei wachsender Feldstärke Sättigung, die Doppelbrechung ist umgekehrt proportional dem Quadrat der Wellenlänge, der Dichroismus der 3. Potenz derselben. Der Dichroismus wird daher als von dem in Voigts Theorie vorausgesagten verschieden angesehen. STUMPF.

**G. Szivessy.** Stand der experimentellen Forschung über die optischen Wirkungen des elektrischen Feldes (mit Ausschluß des Stark-Effektes). Jahrb. d. Radioakt. **16**, 241—283, 1920. Zusammenfassender Bericht über die bisherige Kenntnis des Gebietes der elektrischen Doppelbrechung und des Dichroismus. STUMPF.

**H. M. Dadourian.** Soft X-rays. Phys. Rev. (2) **14**, 234—246, 1919. [S. 1194.] HERTZ.

**Witz Weigert.** Über einen neuen Effekt der Strahlung. IV. Mitteilung. ZS. Phys. 2, 1—12, 1920. Die ersten drei Untersuchungen (Verh. d. D. Phys. Ges. 21, 9, 615, 623, 1919; diese Ber., S. 501) des Verf. hatten gezeigt, daß linear polarisiertes Licht auf gewisse lichtempfindliche Schichten anders wirkt als natürliches. Die Schichten werden dichroitisch und doppelbrechend, und es läßt sich durch nachträgliches Betrachten oder Kopieren solcher Schichten in polarisiertem Licht die Polarisationsrichtung des erregenden Lichtes erkennen: Wenn die Polarisationssebene bei der Erregung und Betrachtung übereinstimmt, erscheint die Schicht hell, stehen die Schichten senkrecht aufeinander, dunkel. (Diese Erscheinung möge der Kürze halber Weigerteffekt bezeichnet werden. Der Ref.) Man kann also die Polarisationsrichtung des Lichtes photographieren.

Diese Untersuchungen waren an Photochlorid- (vorbelichteten Chlorsilber-) und Farbstoffschichten vorgenommen worden. Bei ersteren ist der Effekt weder an das Vorhandensein eines Bindemittels noch von Papier gebunden.

Diese qualitativen Beobachtungen werden nun exakt ausgebaut. Durch Belichten von dünnen Photochloridschichten in der Schichtrichtung und Beobachtung senkrecht zur Schichtrichtung konnte festgestellt werden, daß die optische Achse der durch das Licht entstehenden anisotropen einachsigen Gebilde in der Richtung des elektrischen Vektors der erregenden Strahlung liegt. Der außerordentliche und der ordentliche Strahl schwingen in der Richtung der Schnittlinien der Schichtebene mit der Schwingungsebene des elektrischen bzw. des magnetischen Vektors des erregenden Lichtes ( $e$ - und  $m$ -Richtung). Auch bei seitlichem Einfall von natürlichem Licht wird eine solche Schicht anisotrop. In diesem Falle liegt die optische Achse in der Schichtebene senkrecht zur Strahlrichtung.

Die bisherigen Untersuchungen über die Farbenanpassung der Photochloride hatten nur qualitativ die Annäherung ihrer Farbe an die Erregungsfarbe festgestellt. Durch quantitative Messung der Absorption konnte Verf. nun zeigen, daß nicht nur die Absorption in der Erregungsfarbe ab-, sondern auch in den anderen Farben zunimmt. Sehr interessante Beziehungen ergab die Untersuchung der Abhängigkeit des Dichroismus und der Doppelbrechung von der Erregungsdauer. Bezeichnet man den Weigerteffekt als normal, wenn der in der  $e$ -Richtung schwingende Strahl schwächer absorbiert wird, als invers, wenn das Gegenteil geschieht, so wurde gefunden, daß bei kurzer polarisierter Belichtung mit einer bestimmten Farbe der dichroitische Effekt in der Erregungsfarbe normal, in allen anderen Farben invers ist. Dauert gegen die Belichtung länger an, treten Umkehrungserscheinungen ein, welche an die in der Photographie bekannten erinnern.

Der zeitliche Verlauf der Doppelbrechung steht mit dem des Dichroismus nur in losem Zusammenhang. Die Regel von Babinet, wonach der stärker gebrochene Strahl auch stärker absorbiert wird, ist nur für bestimmte Farben und Bestrahlungszeiten erfüllt. Eine ausführliche Beschreibung der Versuche soll in den Annalen der Physik erscheinen.

V. HALBAN.

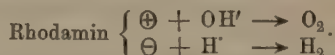
**Stauchelin.** Untersuchungen an Farbstoffketten. ZS. f. phys. Chem. 94, 2—591, 1920. An Lösungen fluorezierender Farbstoffe, nämlich von Rhodamin, Eosin, Chinin, Tetrachlorfluorescein, Phosphin, Amido-G-Salz 2-6-8, Amido-G-Salz 2-5-7, Eosorufin, wurde für sich und bei Gegenwart zahlreicher Oxydations- und Reduktionsmittel der Becquerel-Effekt gemessen. Der Effekt ist ein doppelseitiger und der Größe und Richtung nach vom mitanwesenden Reduktions- oder Oxydationsmittel abhängig. Das gesamte Verhalten der untersuchten Farbstoffe läßt sich durch die Baurische Annahme einer verborgenen Knallgasphotolyse erklären. Hiernach besteht der primäre



photochemische Vorgang darin, daß das Molekül des lichtempfindlichen Stoffes durch Aufnahme eines Energiequantums eines seiner Elektronen verlagert und gemäß der Gleichung:

$$E + h\nu = E^{\oplus},$$

in welcher  $E$  den Empfänger des Lichtquantums  $h\nu$  bedeutet, in den Zustand der photochemischen Polarisation gerät. Hieran schließt sich ein photolytischer Prozeß mit den Ionen des Wassers, der zu einer spurenweisen Knallgasbildung führt, etwa beim Rhodamin nach folgendem Schema:



Die so entstehenden Spuren von Sauerstoff oder Wasserstoff üben eine depolarisierende Wirkung auf die Elektrode aus. Eine Sauerstoffelektrode wird durch die Wasserstoffspuren und eine Wasserstoffelektrode durch die Sauerstoffspuren depolarisiert. Ähnliches gilt für die Elektroden, welchen durch ein Oxydationsmittel ein sauerstoffähnliches, und für die Elektroden, welchen durch ein Reduktionsmittel ein wasserstoffähnliches Potential erteilt wird.

Die ursprüngliche Modifikationsänderung des lichtempfindlichen Stoffes besteht in einer Spreizung eines oder mehrerer Valenzelektronen. Zu der Auffassung, daß das Molekül in seinem Lichtzustande ein vergrößertes Volumen einnimmt, sind auf anderem Wege auch F. Weigert (ZS. f. Elektrochem. **24**, 222, 1918) und O. Stern und M. Volmer (Phys. ZS. **20**, 183, 1919) gelangt.

KAUFFMANN.

**G. W. C. Kaye.** Industrial and medical radiology. Nature **104**, 696—699, 1920. [S. 1206.]

ZÖLLICH.

**H. Kröncke.** Ein rechnerisches Verfahren zur Ermittlung des Spektrums der Röntgenstrahlen. Phys. ZS. **21**, 220—222, 1920. [S. 1193.]

HERTZ.

**Helge Bohlín.** Eine neue Anordnung für röntgenkristallographische Untersuchungen von Kristallpulver. Ann. d. Phys. (4) **61**, 421—439, 1920. [S. 1195.]

HERTZ.

**Irwin G. Priest, W. F. Meggers, H. J. Mc Nicholas, K. S. Gibson and E. P. T. Tyndall,** in Cooperation with the Searchlight Investigation Section, Corps of Eng. The Spectral Composition and Color of Certain High Intensity Searchlight Arcs. Phys. Rev. (2) **14**, 184—187, 1919. Die Spektralverteilung der Strahlung im sichtbaren Gebiet ist für folgende Lichtbögen im Vergleich mit einer Normallampe (Maxda C 500 W) bestimmt worden: Speerkohle, Columbiakohle und reine Kohle, und zwar bei Stromstärken von 75 Amp. für die beiden ersten, von 10 Amp. für den Reinkohlenlichtbogen. Die Normallampe war von W. Coblentz radiometrisch ausgewertet. Das Licht der zu untersuchenden Lampe und der Vergleichslampe wurde in je eine Kammer eines mit Magnesiumoxyd gestrichenen Kastens gesendet und fiel unter  $45^\circ$  auf Flächen von Magnesiumkarbonat auf, die die Wände gleichmäßig diffus beleuchteten. Durch kleine Öffnungen der Kastenwände gelangte die Strahlung auf den Doppelspalt eines König-Martensschen Polarisationspektrophotometers. Zur Abschwächung des Lichtes diente ein rotierender Sektor.

Die Ergebnisse der Messung sind in der Tabelle zusammengefaßt, und zwar bezogen auf die Strahlung bei  $590\mu\mu$ . Die spektroskopische Prüfung der Columbia- und Speerkohlen ergab, daß in der Dochtfüllung Cerium, Thorium, Lanthan und Yttrium

halten war. Gegenüber der Strahlung dieser Metalle trat die Kohlenemission rück, die bei dem Reinkohlenlichtbogen, namentlich im Gebiet kurzer Wellenlängen, stark ausgeprägt war.

Wellenlänge in $\mu\mu$	Relative Strahlungsintensität für		
	Columbiakohle 75 Amp.	Speerkohle 75 Amp.	Elektrakohle 10 Amp.
710	98,6	103,9	146,1
670	93,4	98,1	125,5
630	98,6	101,7	110,3
590	100,0	100,0	100,0
550	115,0	116,6	83,4
510	149,7	141,4	67,2
490	154,6	155,6	61,8
470	169,6	155,2	55,1
450	182,1	151,7	47,8
440	262,6	229,2	47,7
430	—	372,8	—

Anggegebenen Zahlen sind das Mittel aus 2 bis 4 Versuchsreihen. Für die Mischebe der Gesamtstrahlung wurde unter Benutzung eines Aronsschen Chromoskops ermittelt, daß sie bei der Armee-Sperry-Lampe (45 Volt, 75 Amp.) etwa derjenigen entsprach, die ein schwarzer Körper von 6000° zeigt. H. R. SCHULZ.

**Predwoditelew.** Absorptionskoeffizienten von trüben Medien. Arch. d. phys. Wiss., herausgeg. von Prof. P. Lasareff, 1, 10—21, 1918 (russisch). Der Verf. mißt mit Hilfe des König-Martensschen Spektrophotometers die Absorptionskoeffizienten von Emulsionen, die aus schwarzem Firnis, schwarzem Pech und Kolophonium bereitet sind. Die Messungen, die mit der Genauigkeit von 1 Proz. ausgeführt wurden, haben gezeigt, daß die Rayleighsche Formel  $m = \frac{c}{\lambda_1^4}$  nur bei den sehr schwachen Alkohollösungen des schwarzen Mastixes und des Kolophoniums bestätigt wird. Die Theorie von Mie führt zu dem Ausdruck  $m = \frac{\kappa}{\lambda} + \frac{\kappa_1}{\lambda^3}$ , der eine gute Übereinstimmung mit der Erfahrung zeigt. Die Beobachtungen entsprechen dem Bereiche  $0,523\mu < \lambda < 0,647\mu$ . W. ARKADIEW.

**V. Hess.** Untersuchungen zur Lehre von der Wechselwirkung der Sehfeldstellen. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiologie 179, 50—73, 1920. Helmholtz erklärte den Sukzessivkontrast physiologisch durch Ermüdung der getroffenen Netzhautstellen, hingegen den Simultankontrast psychologisch durch Urteilstäuschung. Demgegenüber vertritt Hess die Heringsche Ansicht von einer Wechselwirkung der Sehfeldstellen. Er wendet sich gegen die Behauptung der „Helmholtzschen Schule“, daß nur geringe Farben- oder Helligkeitsdifferenzen zwischen zwei aneinander angrenzenden Feldern durch starke Belichtung der Umgebung ausgelöscht werden können. Durch photometrische Untersuchungen stellt er fest, daß bei Erhellung des Sehfeldes noch Helligkeitsunterschiede im Verhältnis von 1:800 unmerklich werden. Diese beträchtliche Farbenunterschiede zwischen Nachbarfeldern lassen sich zum Verschwinden bringen, und zwar nicht nur durch Belichtung, sondern auch durch Verdunkelung der Umgebung. Die Helmholtzsche Meinung, daß eine schwache

Färbung des herrschenden Lichtes ebenso deutliche Kontrastfärbungen hervorbringe wie eine höchst gesättigte, wird ebenfalls für unrichtig erklärt. Ferner polemisiert Hess gegen die Angaben der Helmholtz'schen Schule (A. Fick, Exner), wonach die Erregung im Sehorgan allmählich stetig ansteige und absinke. Nach ihm findet das An- und Abklingen oszillatorisch statt, d. h. es wechseln helle und dunkle Phasen miteinander ab. Schließlich wird, wiederum im Gegensatz zur Helmholtz'schen Lehre, die Ansicht vertreten, das sogenannte Purkinjesche Nachbild (ein helles komplementäres Nachbild, welches eine kurzdauernde Phase einer längeren Versuchsserie bildet), sei auch im stäbchenfreien Bezirk zu beobachten, trete gleichermaßen im dunkeladaptierten Auge auf und auch bei rotem Reizlicht, nur sei es in diesem Fall nicht gegenfarbig, sondern gleichfarbig.

Die selbständige Beurteilung der behandelten Probleme wird dem Leser sehr dadurch erschwert, daß Hess es häufig verabsäumt, für die von ihm angeführten und angefochtenen Behauptungen seiner Gegner Quellen anzugeben.

RABEL.

**Arthur C. Hardy.** A study of the persistence of vision. Proc. Nat. Acad. 6, 221—224, 1920. Um die Dauer des Lichteindrucks für das dunkeladaptierte Auge festzustellen, wurde folgende Versuchsanordnung benutzt: Eine Glühlampe mit enger Fadenwicklung wurde in der Ebene eines rotierenden Sektors abgebildet und erzeugte auf einer Mattglasscheibe von  $5 \times 5$  cm einen hellen Fleck, dessen Größe durch eine unmittelbar vor der Mattscheibe befindliche Irisblende eingestellt werden konnte. Das Auge befand sich etwa 1 m von dieser leuchtenden Fläche. Die Umdrehungsgeschwindigkeit des Sektors wurde durch Regulierung des Motors so eingestellt, daß gerade Flickern eintrat. Die bei Steigerung der Umdrehungszahl feststellbare Grenze für das Verschwinden des Flickerns gab gegenüber derjenigen für das Auftreten des Flickerns bei abnehmender Umdrehungsgeschwindigkeit Abweichungen von etwa 2 Proz. Durch Benutzung von Wrattenfiltern wurden passende Spektralbereiche ausgesondert. Um auch außerhalb der Fovea gelegene Netzhautpartien untersuchen zu können, wurde die Blickrichtung durch ein schwaches, verstellbares Hilfslicht festgelegt. Die beobachteten Richtungen lagen in Ebenen, die nur  $45^\circ$  gegeneinander geneigt waren, und bildeten innerhalb der Ebenen Winkel von  $30^\circ$  etwa miteinander. Jede Körperbewegung beeinflusste die Einstellungsgenauigkeit, weshalb auf ruhige Lage des Auges besonders geachtet wurde.

Die Dauer des Lichteindrucks hängt ab von der Größe des gereizten Netzhautbezirkes. Die günstigste Feldgröße für die Beobachtung war 5,84 mm, entsprechend einem Winkel von  $3,36^\circ$ . Für das farhentüchtige, schwach astigmatische Auge des Beobachters ist für rotes Licht ( $677,6 \mu$ ) die Dauer des Lichteindrucks in der Fovea 0,0209 Sek. Sie nimmt in konzentrischen Kreisen nach außen zu und erreicht bei  $38^\circ$  das Maximum von 0,109 Sek. Eine geringe Abflachung der Kreise im vertikalen Durchmesser ist nachweisbar. Für  $531,0 \mu$  ist die Dauer des Lichteindrucks in der Fovea 0,0179 Sek. und wächst bis zu dem ebenfalls bei  $38^\circ$  gelegenen Maximum von 0,0339 Sek. Die Kurven gleicher Dauer sind horizontale Ellipsen. Für  $463,1 \mu$  sind die Zahlen: in der Fovea 0,0346 Sek., Maximum von 0,0401 Sek. für  $7^\circ$ , Minimum von 0,0305 $^\circ$  für  $35^\circ$  an der Schläfenseite, 0,0339 Sek. für  $38^\circ$ , demnach nahezu Konstanz für die ganze Netzhaut.

Unter Dauer des Lichteindrucks ist nicht die Gesamtzeit des Abklingens bis Null zu verstehen, sondern nur bis zu der Größe der Empfindung, daß ein neuer Reiz als merklich stärker empfunden wurde, als das Nachbild.

Die Formen der Linien gleicher Dauer der Erregung sind fast die gleichen, wie die von Abney (Researches in Color Vision, S. 190 ff.) gefundenen Kurven der Farbefelder.

H. R. SCHULZ.



**W. Filehne.** Zu Rayleighs Theorie des sekundären Lichtes. *Phys. ZS.* **21**, 351—352, 1920. In einer im Archiv für Anatomie und Physiologie (1919) erschienenen Arbeit hatte Verf. die Ansicht geäußert, daß der Rayleighsche Ausdruck für die Intensität des in trüben Medien zerstreuten Lichtes nicht den Tatsachen entsprechen könnte. Bei Berücksichtigung der physiologischen Eigenschaften des Auges ergibt sich, daß das Maximum des sekundären Lichtes bei  $440 \mu$  unter Zugrundelegung des Rayleighschen Gesetzes erklärbar ist.

H. R. SCHULZ.

**C. E. Ferree and Gertrude Rand.** Lantern and Apparatus for Testing the Light Sense and for Determining Acuity at Low Illuminations. *Optician* **59**, 243—246, 1920. Für Untersuchung der Sehschärfe bei der Marine ist ein Apparat konstruiert worden, der es gestattet, die Beleuchtung der Sehproben von 0,07 Meterkerzen etwa in einer großen Anzahl von Stufen bis zu 9,2 Meterkerzen zu verändern. Diese Beleuchtungseinstellung wird dadurch erreicht, daß die Öffnung des Beleuchtungssystems, welches das Bild einer passend gewählten Blende auf der Sehprobe entwirft, durch eine Irisblende eingestellt wird. Als Lichtquelle dient eine 100-Wattlampe. Für alle Intensitäten ist dann die Farbe des Lichtes unverändert, gleichmäßige und zeitlich konstante Beleuchtung kann erreicht werden und es können die in der ophthalmologischen Praxis verwendeten Sehprobentafeln Verwendung finden. An Stelle der Snellenschen Tafeln sind besser andere Sehproben zu benutzen, weil einmal die Verwendung auch für Kinder möglich ist, andererseits die für das Lesen ganzer Zeilen nötige Zeit verkürzt wird und somit die Ermüdung ausgeschaltet werden kann. Die Möglichkeit, die Beleuchtung sehr fein abzustufen, gibt ein Mittel, um auch die Lichtempfindlichkeit (Unterschiedsempfindlichkeit) zu prüfen. Bei einigen Versuchen hat sich gezeigt, daß astigmatische Augen die Fähigkeit erwerben können, sich im ungünstigen Meridian mit gleicher Schnelligkeit einzustellen, wie im günstigen. Eine genaue Bestimmung der Achsenlage erfordert daher besondere Mittel, die darin gefunden werden, daß die Schwellenhelligkeit für Objekte bestimmter Art festgestellt wird. Während für normale Beleuchtung die Sehschärfe nur langsam mit der Helligkeit sich ändert, ändert sich bei geringen Helligkeiten die Sehschärfe sehr schnell mit der Helligkeit. Für einen Astigmatismus von 0,12 Dioptrien konnte die Achsenlage auf  $5^\circ$  bestimmt werden. Für günstigsten und ungünstigsten Meridian betrug der Unterschied der Schwellenhelligkeiten in diesem Falle 54,9 Proz., bei 0,25 Dioptrien Astigmatismus 106,7 Proz. In letzterem Falle ergab sich bereits bei  $5^\circ$  Drehung gegen die richtige Lage der Korrektionslinie ein Unterschied der Schwellenhelligkeit von 66,5 Proz.

H. R. SCHULZ.

**Wilhelm Ostwald.** Die Farbnormen. 10 S. Leipzig, Verlag Unesma, G. m. b. H., ohne Jahreszahl. Eine Propaganda- und Einführungsschrift für die im Verlag von Unesma, G. m. b. H., erhältlichen „Farbtonleitern“, „Farbfächer“ und „Farbkreise“, die, nach den Ostwaldschen Farbenprinzipien hergestellt, Hilfsmittel zur Bestimmung der einer vorgegebenen Farbe zukommenden Kennzeichen (Ostwalds System), zur Herstellung Ostwaldscher „Farbenharmonien“ und für Unterrichtszwecke abgegeben sollen.

K. W. F. KOHLRAUSCH.

**Wilhelm Ostwald.** Farbnormen und Farbharmonien. 2. Aufl. Mit 1 Abbild. im Text, 23 S. Leipzig, Verlag Unesma, G. m. b. H., 1920. Der Überschrift entsprechend, strebt der Verf. in dieser Schrift den Grundgesetzen über das harmonische Zusammenwirken der Farben zu. Der erste Schritt wird gemacht, indem die Farbenwelt nach einem bestimmten System geordnet wird; diese Systematik verwirft die bekannten drei Helmholtzschen Farbenempfindungskordinaten, nämlich Farbton, Sättigung

und Helligkeit und führt statt ihrer ein: Farbton, Weißgehalt und Schwarzgehalt. Zur Systematisierung des Farbtones werden die durch Purpur ergänzten Farben des Spektrums auf einem Kreise so angeordnet, daß sich Komplementärfarben gegenüberliegen und die Nuance je zweier Nachbarfarben durch die Gleichheit des Empfindungsunterschiedes definiert ist; ein solcher Farbkreis enthält 100 mit den Ziffern von 00 bis 99 bezeichnete Farbenvertreter. Jede dieser reinen Farben wird durch Zumischen von reinstem Weiß in die „hellklare“, durch Zumischen von reinstem Schwarz in die „dunkelklare“ Reihe der Abkömmlinge abgewandelt und gibt durch Zumischen von Schwarz und Weiß die Mannigfaltigkeit der „trüben“ Farben. So entsteht der Ostwaldsche Farbenatlas, der bei 3000 Farbtäfelchen enthält. Aus dieser großen Zahl werden in passenden Stufen — der hundertteilige Farbkreis wird in 24, die hell- und dunkelklare Reihe in je 10 Schritten überbrückt — Hauptvertreter so ausgewählt, daß jede Farbfamilie aus 36 farbtongleichen Gliedern besteht und der 24 Farben enthaltende Farbkörper bei Berücksichtigung der allen Tönen gemeinsamen unbunten Reihe im ganzen 672 Farbproben aufweist. Diese werden — und das ist der zweite Schritt — als „Farbnormen“ eingeführt, das sind „solche bestimmte Punkte (im stetigen Farbraum), welche ähnlich wie die Töne der Tonleiter für harmonische Zwecke aus allen möglichen ausgewählt sind und unter Ausschluß aller anderen benutzt werden“. Bezeichnet man das Intervall zwischen zwei beliebigen Normen der unbunten Graureihe als „Stufe“, und den Inbegriff aller farbtongleichen Glieder mit gleichem Weiß- bzw. gleichem Schwarzgehalt als „Weißgleichen“ bzw. „Schwarzgleichen“, so schreibt Ostwald die Grundgesetze der Farbharmonik — sein dritter Schritt — etwa folgendermaßen an: 1. Graue (unbunte) Harmonien setzen mindestens drei Stufen voraus, die gleich sein müssen. 2. Farbtongleiche Harmonien entstehen, wenn man das Gesetz 1 auf die Glieder einer Weiß- oder Schwarzgleichen und einer „Schattenreihe“ (das sind die Glieder, die empfindungsgemäß gleich rein erscheinen) anwendet. 3. Farbtonverschiedene Harmonien verlangen die Verbindung gleichwertiger Farben (das sind solche mit gleichem Weiß- und Schwarzgehalt) und die Farbtöne müssen im Farbkreis gleich abständig sein; die weiteren Details mögen im Original nachgelesen werden.

Schließlich bespricht Ostwald noch die Zukunft seiner Lehre und die zu erwartende Aufnahme. Er warnt vor dem nationalen Übel des Widerspruches als einer unverzeihlichen Energievergeudung.

K. W. F. KOHLRAUSCH

**Wilhelm Ostwald.** Die Werkstelle für Farbkunde. Eine Denkschrift. 4. Aufl. 8 S. 1920. Von der Voraussetzung ausgehend, daß durch seine Prinzipien zum ersten Male Maß und Zahl in das Gebiet der Farbe eingeführt wurden, bespricht Ostwald mit großem Optimismus den heuristischen und wirtschaftlichen Wert dieser Entdeckung und betont die Notwendigkeit, eine „Werkstelle für Farbkunde“ zu schaffen, wo Gelegenheit geboten wäre, das bisher nur in ihm (Ostwald) bestehende Farbwissen an Schüler weiterzugeben. Dieser Werkstelle, die sich in entsprechend vielen über das Reich verstreute Tochteranstalten zu gabeln hätte, wird Zweck und Aufgabe umrissen, — kurz, es wird das Farbwesen in Deutschland organisiert, und es wird auf die teilweise Realisierung dieser Vorschläge durch die Gründung eines „Vereins zur Förderung der deutschen Werkstelle für Farbkunde“ in Dresden hingewiesen. K. W. F. KOHLRAUSCH

## 7. Wärme.

**H. A. Lorentz.** Über das Nernstsche Wärmetheorem. Journ. d. Russ. Phys.-Chem. Ges., Phys. Teil, **46**, 4—11, 1914 (russisch.) Seinen thermodynamischen Satz leitet Nernst auf Grund des folgenden Prinzips her: Es ist unmöglich, mittels der Versuche, bei denen nur die endlichen Veränderungen vorkommen, die Temperatur des absoluten Nullpunktes zu erreichen. Der Verf. vorliegender Notiz stellt sich die Aufgabe, den Weg und Sinn dieses Satzes genau zu bestimmen. W. ARKADIEW.

**Frank L. Hitchcock.** A thermodynamic study of electrolytic solutions. Proc. Nat. Acad. **6**, 186—197, 1920. Die zahlreichen Versuche, welche in den letzten Jahren zur Aufstellung der Gesetzmäßigkeiten von Lösungen, insbesondere starker Elektrolyte, bei denen das gewöhnliche Massenwirkungsgesetz bekanntlich nicht erfüllt ist, gemacht wurden, werden einer kritischen Betrachtung unterzogen. Der Verf. bedient sich hierzu der von Willard Gibbs eingeführten Theorie des chemischen Potentials, mit deren Hilfe auch ein Ausdruck für die Lösungswärme als Funktion von Druck und Temperatur, eine strenge Gleichung für die Bestimmung des Schmelzpunktes aus der Konzentration und eine Verallgemeinerung des Massenwirkungsgesetzes abgeleitet wird. HENNING.

**Mario Basto Wagner.** Thermodynamik der Mischungen. Zweiter Teil. ZS. f. phys. Chem. **95**, 15—36, 1920. Dritter Teil. Ebenda **95**, 37—61, 1920. Nachdem untersucht ist, unter welchen vereinfachenden Bedingungen das molekulare thermodynamische Potential eines reinen flüssigen oder festen Stoffes praktisch vom Druck unabhängig ist, wird der osmotische Druck von Lösungen beliebiger Konzentration, insbesondere von Gaslösungen behandelt, sowie die Frage erörtert, wie das Volumen einer Mischung als Funktion der Volumina der Komponenten und der Mischungswärme darstellbar ist. Der für die Theorie des Verf. wichtige Ausdruck

$$\frac{1}{T} \int_0^T \frac{1}{T} \frac{Q_p}{dt} dt,$$

in dem  $Q_p$  die Mischungswärme bedeutet, läßt sich, wie ausführlich gezeigt wird, durch die algebraische Summe  $Q_p - A - RT(n_1 \ln c_1 + \dots + n_a \ln c_a)$  wiedergeben, wenn  $A$  die maximale Arbeit bedeutet und die Mischung aus  $a$  Molekülgattungen besteht. Im Anschluß daran werden vier Methoden zur Bestimmung des Polymerisationsgrades anomaler Stoffe besprochen und schließlich die Molekularwärmen der Mischungen berechnet. HENNING.

**H. Cassel.** Zur Thermodynamik des chemischen Gleichgewichtes in kondensierten Gemischen. ZS. f. Phys. **2**, 71—75, 1920. Es handelt sich hier um die Frage, ob die Dolezaleksche Ansicht, nach welcher der geradlinige Verlauf der Dampfdruckisothermen eines binären Gemisches ein notwendiges und hinreichendes Kriterium für ein physikalisches Gemisch, eine Abweichung von der Geradlinigkeit hingegen das Kriterium für einen chemischen Umsatz sein solle, mit dem Nernstschen Wärmetheorem verträglich, oder gar eine Folge desselben sei. Verf. kommt zum Resultat, daß der Satz von Dolezalek mit dem Nernstschen Prinzip verträglich, daß er aber aus der Thermodynamik nicht ableitbar sei, sondern nach seiner Ansicht „ein eigenartiges Prinzip darstellt, das zu den Hauptsätzen der Thermodynamik ergänzend hinzutritt“. SCHAMES.



**Heinrich Gröber.** Die Berechnung von Heiz- und Kühlrohren. Gesundheits Ing. 43, 301—305, 1920. Durch ein Rohr von gegebener Wandtemperatur  $t_w$  soll in der Zeiteinheit ein gegebenes Volumen  $V$  einer tropfbaren oder gasförmigen Flüssigkeit strömen und von  $t_a$  auf  $t_e$  erwärmt werden, wobei ein Druckabfall  $p_a - p_e$  zugelassen werde. Der Verf. zeigt, daß durch die Eigenschaften der Flüssigkeit und durch die eben angeführten Temperaturen und Drucke der Durchmesser  $d$  und die Länge  $L$  des Rohres eindeutig bestimmt sind, und entwickelt ein Rechenverfahren, um diese Größen (und somit auch die Strömungsgeschwindigkeit  $\omega$ ) ohne jedes Probieren ermitteln zu können, und zwar für ein einzelnes Heizrohr und für den Röhrenkessel. Auf Grund von Ähnlichkeitsbetrachtungen und anschließend an Formeln von Nusselt findet der Verfasser aus den Gesetzen des Wärmeüberganges

$$L^{0,95} \cdot d^{-1,16} \cdot \omega^{-0,21} = 38,0 \cdot \frac{E}{a^{0,21}},$$

aus dem Gesetz des Druckabfalles

$$L^{1,00} \cdot d^{-1,21} \cdot \omega^{1,79} = 0,57 \cdot 10^6 \frac{p_a - p_e}{\gamma^{0,79} \cdot \mu^{0,21}}$$

und aus dem Kontinuitätsgesetz der Flüssigkeitsströmung

$$d^{2,00} \cdot \omega^{1,00} = \frac{4}{\pi} \cdot V.$$

$E$  hängt nur von  $\frac{t_w - t_e}{t_w - t_a}$  ab und ist einfach hieraus zu berechnen,  $a$  ist die Temperaturleitfähigkeit der strömenden Substanz,  $\gamma$  ihr spezifisches Gewicht,  $\mu$  ihre kinematische Zähigkeitszahl.  $L$ ,  $d$  und  $\omega$  sind daher aus den drei obigen Gleichungen zu berechnen. (Dimensionen: m, kg, h,  $\omega$  jedoch in m/s).

Der Verf. rechnet nun ferner ein Zahlenbeispiel mit einigen Varianten vollständig durch, überträgt die Berechnung auf den Röhrenkessel (wobei er einmal von beliebig gewählter Rohrzahl, einmal von der Rohrlänge ausgeht) und fügt einige Bemerkungen über den Druckverlust im Röhrenkessel an.

Bemerkenswert ist, daß in den Formeln die Wärmeübergangszahl (äußeres Wärmeleitvermögen) überhaupt nicht vorkommt, sondern nur physikalische Konstanten der strömenden Substanz. Der Verfasser erwähnt, daß durch seine Berechnungsweise (ohne Wärmeübergangszahl) ein üblicher Umweg vermieden wird und deutet mit Recht an, daß sich gegen den Begriff der Wärmeübergangszahl und seine Definitionen vom wissenschaftlichen Standpunkt aus sehr viel einwenden läßt.

MAX JAKOB

**John A. Wilkinson and Chris Wernlund.** Density and coefficient of expansion of dichloroethyl Sulfide. Journ. Amer. Chem. Soc. 42, 1382—1385, 1920. Die Dichte wurde zu 1,2790 bei 15°, zu 1,1996 bei 90° gefunden. Der Ausdehnungskoeffizient zwischen 15 und 90° ist 0,000 881.

SCHNEIDER

**Bernhard Bergdahl.** Über die Messung von Dampfspannungen bei sehr hohen Temperaturen. Dissertation, Techn. Hochschule Breslau, 1919. 28 S. In einem vertikal aufgestellten und gasdicht abschließbaren Kohleofen, der mit einem Gemisch von Wasserstoff-Stickstoff unter beliebigem Druck gefüllt werden kann, hängt an einer Federwaage ein Kohletiegel von etwa 0,5 g Gewicht, der etwa ebensoviel Metall aufnehmen kann. Die Temperatur des Ofens wird in der Nähe des Siedepunktes dieses Metalles durch kontinuierliche Ausschaltung von Widerstand um etwa 1,2° pro Sekunde gesteigert. Während die Temperatur durch ein Fenster in der Ofenwand mittels eines Wannerpyrometers ständig verfolgt wird, wird auch die Gewichtsänderung des Tiegelinhalts beobachtet. Die Gewichtsabnahme in der Zeiteinheit erfolgt zunächst beschleunigt und wird nach Eintritt des Siedens konstant. Aus dem Unstetigkeitspunkt

wird auf die Siedetemperatur geschlossen. Die Messungen sind zwischen 760 und 15 mm Druck ausgeführt.

Als normale Siedepunkte werden folgende Zahlen angegeben: Cd 785°; Zn 930°; As 568°; Sb 1330°; Bi 1490°; Pb 1550°; Sn 2270°; Cn 2305°; Ag 1950; Au 2600°. HENNING.

**H. Braune.** Experimentelle Bestimmung der Dampfdruckkurven von flüssigem Cadmium und Zink und Berechnung der chemischen Konstanten von Cadmium, Zink und einatomigem Brom. ZS. f. anorg. Chem. **111**, 109–147, 1920. Unter Verbesserung einer früher von v. Wartenberg benutzten Methode zur Dampfdruckbestimmung wird über das geschmolzene Metall ein Wasserstoffstrom geleitet und der Sättigungsdruck  $p$  des Metalls aus dem Druck  $B$  des Wasserstoffs, der Anzahl  $M$  der Grammatome, welche verdampft sind, und der Anzahl  $H$  der Mole des übergeführten Wasserstoffs berechnet. Es ist  $p = B \frac{M}{H+M}$ .

Diese Methode wurde bis zu Sättigungsdrucken von etwa 85 mm angewendet. Für höhere Drucke bediente sich der Autor der dynamischen Methode und traf eine Versuchsanordnung, wie sie in ähnlicher Weise zur Siedepunktsbestimmung des Schwefels dient. Das siedende Metall befand sich in einem Quarz- oder Porzellanzylinder. Es wurde elektrisch geheizt. Die Temperaturmessung erfolgte mit einem geeichten Thermolement. Die Ergebnisse der Dampfdruckmessungen, die sich von etwa 1 bis 1500 mm erstrecken, lassen sich darstellen

$$\text{für Cadmium durch } \log p = -\frac{5763}{T} - 1,28 \log T + 12,282,$$

$$\text{für Zink durch } \log p = -\frac{6655}{T} - 1,147 \log T + 12,046,$$

wenn  $p$  in Millimeter gemessen ist. Hiernach liegt der normale Siedepunkt von Cadmium bei 767,3°, derjenige von Zink bei 906,5° C.

Die spezifischen Wärmen der Metalle wurden dadurch ermittelt, daß die im Quarzröhrchen eingeschlossenen und auf eine bestimmte Temperatur geheizten Proben in ein Wasserkalorimeter geworfen wurden. Die Substanz wurde einmal bis zu ihrem Schmelzpunkt erwärmt, bei den anderen Versuchen darüber hinaus erhitzt. Aus der Differenz der beobachteten Wärmemengen kann man die spezifische Wärme des flüssigen Metalls ableiten, die als unabhängig von der Temperatur gefunden wurde. Für das flüssige Cadmium ergab sich zwischen 321° (Schmelzpunkt) und 720° die Atomwärme zu  $C_p = 7,50$ , für Zink zwischen 419° (Schmelzpunkt) und 860° zu  $C_p = 7,24$ .

Um nun die chemische Konstante  $C$  zu berechnen, ist nach Integration der Clausius-Clapeyronschen Gleichung außer dem Sättigungsdruck (in Atm.) und der spezifischen Wärme der Flüssigkeit noch die Kenntnis der Verdampfungswärme und der spezifischen Wärme des Dampfes erforderlich. Die Verdampfungswärme wurde aus anderweitigen Messungen entlehnt und die Dampfwärme, da es sich um einatomige Körper handelt, zu  $C_p = 2,5 R$  angesetzt. Danach ergab sich für Cadmium  $C = 1,54 \pm 0,2$ , für Zink  $1,11 \pm 0,7$ . Diese Zahlen stehen in befriedigender Übereinstimmung mit der theoretischen Beziehung für die chemische Konstante  $C = -1,59 + 1,5 \log A$ , in der  $A$  das Molekulargewicht des Gases bedeutet; die Zahlenwerte dieser Formel gelten für den Fall, daß die Drucke in Atm. gemessen werden.

Die chemische Konstante des einatomigen Broms wurde nach den Messungen Bodensteins über die Bromdissoziation berechnet. Doch sind noch nicht alle nötigen Daten mit genügender Sicherheit bekannt, um den Wert  $C = 1,28$  mit einiger Zuverlässigkeit angeben zu können.

HENNING.



**Max Moeller.** Technische Gasanalyse durch Messung der Wärmeleitfähigkeit. Elektrot. Umschau 8, 227—230, 1920. Die praktischen Gesichtspunkte für den Bau eines Apparates zur Rauchgaskontrolle werden angeführt. Besonders günstig ist es, daß die Mengenmessung eines Bestandteiles der Rauchgase, nämlich der Kohlensäure, einen genügenden Überblick über das Arbeiten einer Feuerung ermöglicht. Angestrebt werden muß laufende Kontrolle, möglichst registrierende Fernanzeige neben der unmittelbaren Anzeige am Heizerstand; wenn die ganzen Prozente Kohlensäure gehalt richtig gemessen werden, so genügt diese Genauigkeit für die Zwecke der Praxis. Es sollen über 30 Apparate für die Rauchgaskontrolle vorgeschlagen worden sein (vgl. O. Braun, Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 63, 310, 1920). Der Verf. sieht das Problem durch die mit Kalilauge arbeitenden Absorptionsapparate als nicht befriedigend gelöst an, weil die betreffenden Anordnungen besonders pfleglich behandelt werden müssen und Fernanzeige in der Regel nicht ermöglichen. Letztere ist auch bei Apparaten, die auf den physikalischen Eigenschaften der Gasdichte und inneren Reibung beruhen, kaum zu erreichen. Dagegen lassen sich rein elektrische Meßanordnungen konstruieren, die von dem Wärmeleitvermögen der Gase beeinflußt werden, wie das bereits von A. Koepsel (Verh. d. D. Phys. Ges. 10, 814, 1908) vorgeschlagen wurde. Die Firma Siemens & Halske hat in den letzten Jahren derartige Apparate konstruiert; neuerdings ist auch von englischer Seite (The Electrician 84, 64, 1920) ein solcher angegeben worden.

Die Wärmeleitfähigkeit der Kohlensäure ist etwa 0,59, die des Wasserstoffs 7 mal so groß wie die der Luft, während Stickstoff, Sauerstoff, Kohlenoxyd fast genau gleich wie die Luft leiten. Die Rauchgasanalyse (und die Bestimmung des Wasserstoffgehaltes in Luft) ist daher auf Grund der bestehenden Unterschiede des Wärmeleitvermögens wohl möglich. Der Apparat von Siemens & Halske beruht auf dem gleichen Prinzip wie die zuerst von Schleiermacher zur Messung der Wärmeleitfähigkeit verwendete Methode: Ein dünner Platindraht wird in einem zylindrischen Metallrohr axial gespannt und mit einer bestimmten Stromstärke geheizt; er ändert dann mit dem Wärmeleitvermögen des ihn umgebenden Gases seine Temperatur, und diese Änderung macht sich durch eine in einer Wheatstoneschen Brückenschaltung meßbare entsprechende Widerstandsänderung bemerkbar. Da letztere sehr klein ist, mußten störende Einflüsse bei der Konstruktion des Apparates ausgeschaltet werden, der Einfluß der äußeren Temperatur in bekannter Weise durch ein Luft enthaltendes Vergleichsrohr; in welchem ebenfalls ein Platindraht gespannt ist, der „Kühlungseffekt“ des strömenden Gases durch solche Verengung des Rohres, daß es sich nur in etwa zwei Sekunden neu füllt. Vor allem war durch völlig symmetrischen Bau beider Rohre, durch ihren Einbau in einen gemeinsamen Metallklotz und dergleichen zu erzielen, daß die Nullage der Brücke dauernd konstant und temperaturunabhängig blieb.

Die konstruktive Ausbildung des Apparates, insbesondere des Registrierinstrumentes, wird noch etwas näher beschrieben.

Es wird endlich erwähnt, daß auch für die Anzeige von Wasserstoff in Luft, z. B. auf Luftschiffen oder in sonst durch Knallgasbildung gefährdeten Räumen, ein tragbarer Apparat ausgebildet sei, der eine kleine, durch Fingerdruck bedienbare Pumpvorrichtung zum Ansaugen der Außenluft besitze. Die Untersuchung mit diesem Apparat erfordere kaum zwei bis drei Sekunden.

MAX JAKOB.